



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA  
MESTRADO EM PSICOLOGIA

**O EFEITO DA TÉCNICA DE BIOFEEDBACK NA ATENÇÃO VISUAL SELETIVA  
DE ATLETAS JUVENIS DE FUTEBOL DE CAMPO**

Valdeci Foza

Florianópolis, SC.  
Outubro, 2005



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA  
MESTRADO EM PSICOLOGIA

**O EFEITO DA TÉCNICA DE BIOFEEDBACK NA ATENÇÃO VISUAL  
SELETIVA DE ATLETAS JUVENIS DE FUTEBOL DE CAMPO**

Valdeci Foza

Orientador: Prof. Dr. Emílio Takase

Dissertação de Mestrado  
apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Psicologia da  
Universidade Federal de Santa  
Catarina, como parte das exigências  
para a obtenção do grau de Mestre  
em Psicologia.

Florianópolis  
2005

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Alberto e Maria pela compreensão e apoio durante a realização do mestrado. Ao prof. Emílio pelos ensinamentos nos quais não tinha obrigação de passá-los mas mesmo assim os fez. Aos profs. Gleison, Mateus e Felipe pelas horas de discussões proporcionadas, as quais não eram de sua responsabilidade. Aos profs. Daniel e Cláudia pela dedicação e empenho junto a realização da pesquisa, sem eles esse trabalho dificilmente seria realizado. Aos dirigentes, funcionários e atletas do Esporte Clube Juventude, pelo profissionalismo e comprometimento junto a pesquisa e principalmente com a preocupação com a evolução científica e tecnológica do esporte, o que demonstra a seriedade e grandeza da entidade. Ao quadro de professores, funcionários e alunos da FSG, pelo acolhimento e ensinamento que me possibilitaram. E a todos que tive a oportunidade em conviver até a data de hoje, pois foram decisivos em meu crescimento profissional, científico e social.

## RESUMO

### O EFEITO DA TÉCNICA DE BIOFEEDBACK NA ATENÇÃO DE ATLETAS JUVENIS DE FUTEBOL DE CAMPO.

Autor: Valdeci Foza  
Orientador: Emílio Takase

O biofeedback é uma técnica cognitiva comportamental de modificação do comportamento através de aprendizagem voluntária sobre os processos fisiológicos por meio de auto-regulação. O presente estudo teve por objetivo investigar a aplicação da técnica de biofeedback sobre a atenção de atletas juvenis de futebol de campo. Fizeram parte do estudo 13 participantes do sexo masculino, com idade de 15 anos, e mais 2 anos de prática, integrantes de uma mesma equipe, com treinamento diário de 2 horas, com 1 ou 2 jogos semanais. Os participantes foram distribuídos randomicamente em dois grupos: (G1) o grupo experimental e (G2) o grupo controle. Ambos os grupos foram submetidos ao teste proposto por Harris & Harris (1984) de atenção visual seletiva. Investigou-se a atenção visual seletiva de curta duração com memória de trabalho (CD-MT), e sem memória de trabalho (CD), e atenção visual seletiva de longa duração com memória de trabalho (LD-MT) e sem memória de trabalho (LD). Foram realizadas sete intervenções de 10 minutos no período de 6 semanas. As intervenções foram realizadas através de um software denominado mentalgames (Audiostrobe®), o qual consistia em produzir controle sobre um estímulo na tela de um computador, comandado através da resposta galvânica da pele (RGP), coletada pelo equipamento ThoughtStream2®. O jogo apresentava quatro fases que deveriam ser superadas. Foram coletadas as RGP e frequência cardíaca (FC) durante a realização das intervenções. Para a análise dos dados foi utilizado o pacote estatístico BioEstat 3.0. Os resultados encontrados para a RGP demonstraram que o número de fases alcançadas se relaciona com o comportamento da curva da RGP. A FC não apresentou nenhum tipo de relação com o número de fases atingidas e nem com a RGP. Para a análise entre pré e pós-teste, utilizou-se o teste não-paramétrico de Wilcoxon. Os resultados encontrados no G1 foram: para a CD-MT de  $18,8 \pm 8,6s$  e  $13,3 \pm 4,1s$ , para a LD-MT de  $8,9 \pm 1,8s$  e  $6,7 \pm 1s$ , para a CD de  $24,5 \pm 8,3s$  e  $18,5 \pm 12s$  e para a LD de  $13,93 \pm 1,7s$  e  $12,1 \pm 2,1s$  para pré e pós-intervenção respectivamente. Apenas os valores da LD-MT apresentaram diferenças significativas entre pré e pós-teste. Os resultados do G2 foram: para a CD-MT de  $13,1 \pm 3,2s$  e  $13,9 \pm 5,8s$ , para a LD-MT de  $8,4 \pm 2,1s$  e  $9 \pm 2,6s$ , para a CD de  $31,6 \pm 16,3s$  e  $17,9 \pm 13,3s$  e para a LD de  $14,8 \pm 7s$  e  $10,9 \pm 3,9s$  para pré e pós-intervenção respectivamente. Foram encontradas diferenças nos valores de pré e pós-testes em CD e LD no G2. A análise de correlação de Pearson demonstrou uma mudança significativa no comportamento do grupo experimental do pré para o pós-teste. O mesmo resultado não foi observado no grupo controle. Através dos resultados alcançados concluiu-se que a técnica de biofeedback é capaz de modificar e/ou desenvolver os processos de atenção visual seletiva.

Palavras-chave: Biofeedback, Futebol de Campo, Cognição e Atenção.

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECT OF THE BIOFEEDBACK TECHNIQUE IN THE YOUTHFUL ATHLETES OF FIELD SOCCER SELECTIVE VISUAL ATTENTION**

Author: Valdeci Foza

Advisor: Prof. Dr. Emílio Takase

The biofeedback is presented as a technique cognitive behavioral of modification of the behavior through voluntary learning on the denominated of self-regulation physiologic processes. The present study had for objective to investigate the application of the biofeedback technique about the youthful athletes' of soccer field attention. 13 subject of the masculine sex with 15 year-old age and more 2 years of practice, integral of a same team, with daily training of 2 hours and with 1 or 2 weekly games. The subjects were randomic distributed in two groups: (G1) the experimental group and (G2) the group controls. Both groups were submitted to the test proposed by Harris & Harris (1984) of selective visual attention. The selective visual attention of short duration was investigated with work memory (CD-MT), and without work memory (CD), and selective visual attention of long duration with work memory (LD-MT), and without work memory (LD). seven interventions of 10 minutes were accomplished in the period of 6 weeks. The interventions were accomplished through a software denominated mentalgames (Audiostrobe®), which consisted in producing control on an incentive in the screen of a computer, commanded through the Galvanic Skin Response (RGP) which was collected by the equipment ThoughtStream2®. The game presented four phases that should be overcome. RGP and heart frequency were collected (FC) during the accomplishment of the interventions. For the analysis of the data the statistical package was used BioEstat 3.0. The results found for RGP demonstrated that the reached number of phases it relates with the behavior of the curve of RGP. FC didn't present any relationship type with the number of reached phases and nor with RPG. For the analysis between pré and pós-test the no-parametric test of Wilcoxon was used. The results of the G1: for at CD-MT of 18,8+8,6s and 13,3 +4,1s, for LD-MT of 8,9+1,8s and 6,7+1s, for at CD of 24,5+8,3s and 18,5+ 12s and for LD of 13,93+1,7s and 12,1+2,1s for pré and post-intervention respectively. The values of LD-MT just presented significant difference between pré and post-test. The results of the G2: for at CD-MT of 13.1+3,2s and 13,9+5,8s, for LD-MT of 8,4+2,1s and 9+2,6s, for at CD of 31,6+16,3s and 17,9+13,3s and for LD of 14,8+7s and 10,9+3,9s for pré and post-intervention respectively. They were found differences in the pre values and powder-tests in CD and LD. The analysis of correlation of Spearman demonstrated a significant change in the behavior of the experimental group of the pre for the post-test. The same result was not observed in the group it controls. Through the reached results it concluded that the biofeedback technique is capable to modify and or develop the processes of selective visual attention.

Key words: Biofeedback, Soccer Field, Cognition and Attention

## ÍNDICE

página

<b>LISTA DE APENDICE .....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 O PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA .....	1
1.2 OBJETIVOS DO ESTUDO .....	4
1.2.1 <i>Geral</i> .....	4
1.2.2 <i>Específicos</i> .....	4
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>5</b>
2.1 PROCESSOS NEUROCOGNITIVOS DO COMPORTAMENTO .....	5
2.2 BIOFEEDBACK .....	6
2.3 MEMÓRIA DE TRABALHO .....	10
2.4 A ATENÇÃO NA PSICOLOGIA DO ESPORTE.....	13
2.5 O FUTEBOL DE CAMPO .....	14
<b>3 MÉTODO.....</b>	<b>17</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO.....	17
3.2 LOCAL .....	17
3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES .....	17
3.4 DEFINIÇÕES DAS VARIÁVEIS .....	18
3.5 INSTRUMENTOS DE MEDIDAS.....	18
3.6 PROCEDIMENTOS PRELIMINARES.....	19
3.7 JUSTIFICATIVA DO GRUPO ESTUDADO E DO PROCEDIMENTO .....	20
3.8 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS.....	20

3.8.1 <i>Teste de Atenção Visual Seletiva</i> .....	23
3.8.2 <i>Intervenção com Biofeedback</i> .....	25
3.9 DESIGN ESTATÍSTICO .....	28
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>29</b>
4.1 CARACTERÍSTICAS DO GRUPO EM ESTUDO .....	29
4.2 ATENÇÃO VISUAL SELETIVA COM MEMÓRIA DE TRABALHO .....	29
4.3 ATENÇÃO VISUAL SELETIVA SEM MEMÓRIA DE TRABALHO.....	32
4.4 RELAÇÃO ENTRE ATENÇÃO VISUAL COM E SEM MEMÓRIA DE TRABALHO.....	34
4.5 BIOFEEDBACK .....	39
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	<b>43</b>
5.1 RESPOSTA GALVÂNICA DA PELE E ESTÍMULO CARDÍACO .....	43
5.2 ATENÇÃO VISUAL SELETIVA .....	45
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>49</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>51</b>

## **LISTA DE APENDICE**

ANEXO 01 – TERMO DE CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PELOS  
SUJEITOS DA PESQUISA.....59

ANEXO 02 – TERMO DE CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PELA  
APLICAÇÃO DOS TESTES E INTERVENÇÕES.....63



## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Modelo de biocircuito .....	7
Figura 02 – Modelo cognitivo de aquisição e assimilação da informação.....	16
Figura 03 – Fluxograma dos procedimentos metodológicos para coleta dos dados.....	21
Figura 04 – Fluxograma dos procedimentos para a coleta de dados .....	22
Figura 05 – Versão computadorizada do teste de atenção visual seletiva. ....	24
Figura 06 – Software MentalGame .....	26
Figura 07 - coletor e amplificador da RGP.....	27
Figura 08: Valores médios do G1 e G2 no pré e pós-teste para os teste atenção visual seletiva .....	34
Figura 09: Relação entre os valores da atenção visual seletiva de CD-MT versus CD do G1.....	35
Figura 10: Relação entre os valores da atenção visual seletiva de LD-MT versus LD do G1. ....	36
Figura 11: Relação entre os valores da atenção visual seletiva de CD-MT versus CD do G2.....	36
Figura 12: Relação entre os valores da atenção visual seletiva de LD-MT versus LD do G2 .....	37
Figura 13: Relação entre os valores da atenção visual seletiva de CD-MT versus CD e a de LD-MT versus LD do G2 com todos os sujeitos.....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Valores da atenção visual seletiva de CD-MT e LD-MT do G1.....	30
Tabela 02: Valores da atenção visual seletiva de CD-MT eLD-MT do G2.....	30
Tabela 03: Valores médios de atenção visual seletiva de CD e LD do G1 .....	32
Tabela 04: Valores médios de atenção visual seletiva de CD e LD do G2.....	33
Tabela 05: Valores médios de atenção visual seletiva com e sem memória de trabalho.....	33
Tabela 06 – Fase alcançada no jogo Mental Game. ....	39

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUÇÃO

#### 1.1 O Problema e sua importância

A moderna concepção da atenção visual estabelece que a mesma gire em torno do conceito de processos neurais complexos, o qual envolve múltiplos centros de controle no cérebro humano, interligados e formados por redes de processamento cognitivo, onde os estímulos são gerados para influenciar diretamente a percepção (Ress, Backus & Heeger, 2000). Assim, a atenção visual é apresentada como a responsável por fortalecer e/ou enfraquecer áreas neurais visuais receptoras até mesmo antes de um estímulo chegar a estes centros visuais. (Mesulam, 1998; Moores, Laiti & Chelazzi, 2003; Adolphs, 2004; Li, Piëch & Gilbert, 2004 e Charles & Connor, 2004).

Essas influências levaram as investigações quanto ao processo de influência da atenção frente à percepção de sinais, as quais têm demonstrado uma forte hipótese da existência de duas vias (redes) principais de controle da atenção, a primeira com origem de controle de baixo para cima ou *bottom-up* (LeDoux, 1998; Morris et al., 1998 e Pessoa et al., 2002), e a segunda de com origem de controle de cima para baixo ou *top-down* (Bechara, Damásio & Damásio, 2000; Han et al., 2004 e Paamstra, Boutsen & Humphreys, 2005).

Dessa forma, o processo de atenção em humanos, segundo Mechelli et al., (2004), é obtido pela relação entre os processos de origem *bottom-up* e *top-down*, onde em dado momento uma via teria predomínio enquanto que em outro

momento a outra se destacaria, sendo que, o fortalecimento de uma das vias reflete sobre o processamento e domínio de uma frente a outra.

Para haver mudança de domínio ou estabelecer equilíbrio entre as vias é necessário que os sistemas neurais envolvidos nos processos *bottom-up* e *top-down* apresentassem possibilidade de plasticidade. Na atual concepção das neurociências, a modificação da estrutura neural e, conseqüentemente, a sua função (plasticidade neural), é possível e necessária para a mudança cognitivo-comportamental. O processo de modificação da estrutura e função neural pode ser realizado por enfraquecimento ou fortalecimento de um neurônio ou grupo de neurônios. Assim, o fortalecimento de áreas neurais é mencionado como uma conseqüência da exposição a determinado ambiente de forma natural ou através de enriquecimento do ambiente de forma artificial<sup>1</sup> (Praag, Kempermann & Gage, 1999).

A descoberta da plasticidade neural levou a modificação quanto ao trabalho de reabilitação do sistema nervoso em sujeitos que sofreram acidentes ou apresentavam doenças, as quais afetavam sistema nervoso e também no aperfeiçoamento de capacidades cognitivas em pessoas saudáveis (Farah et al., 2004). No que diz respeito à melhora do desempenho da atenção, diversos trabalhos têm investigado o efeito do fortalecimento do estímulo, por meio de enriquecimento ambiental artificial frente a pessoas que apresentam déficit de atenção, mas são raros os trabalhos com ênfase na melhora da atenção em pessoas saudáveis (Rossiter & LaVaque, 1995 e Lubar, 1997).

As mudanças comportamentais observadas em diversos estudos realizados junto à reabilitação cognitiva<sup>2</sup> têm demonstrado que estas foram possíveis devido à plasticidade ocorrida principalmente por meio do fortalecimento neural de ordem celular e também pela criação de novas redes de conexões, modificando, desta forma, a topografia cerebral (Praag et al., 1999. Rema, & Ebner, 1999; Nakamura et al., 1999; Pleger et al., 2003; Dan & Poo, 2004 e Boyden, Katoh, & Raymond, 2004).

---

<sup>1</sup> Ambiente enriquecido naturalmente é aquele que oferece estímulos oriundos de forma aleatória provocados pela natureza. Ambiente enriquecido artificialmente é aquele elaborado pelo ser humano, manipulando as fontes de estímulos da natureza de forma planejada e com um fim pré-definido.

<sup>2</sup> Reabilitação cognitiva diz respeito a reestruturação de determinadas áreas cerebrais e com isso restabelecer os processos cognitivos dessas áreas e permitindo ao sujeito alcançar o estado comportamental normal.

Na ciência do esporte, os trabalhos junto ao processo de mudança cognitivo-comportamental são escassos. Na literatura investigada apenas o trabalho de Mikheev et al., (2002), com esportistas judocas e Rodrigues, Vickers & Williams (2002), com mesas tenistas, verificaram o processo natural de modificação cognitivo-comportamental provocada pela longa exposição frente ao ambiente (exigências específicas do esporte). Dessa forma, não foi observado nenhum estudo que apresenta a aplicação de métodos de enriquecimento artificial, que resultariam na mudança cognitivo-comportamental sem ser a exigência frente ao esporte praticado.

No contexto do futebol de campo, autores como Weineck (2000, pg 364), Leal (2000, pg 33) e Guia, Ferreira & Peixoto (2004), enfatizam o processo cognitivo como um dos três alicerces (os outros dois, qualidade físicas e técnico-táticas) da qualidade necessária ao desempenho em um atleta de alto nível. Porém, os autores relatam formas de treinamento e modificações de comportamento frente às outras qualidades e nada salientam quanto à modificação do processo cognitivo-comportamental.

A psicologia cognitivo-comportamental apresenta diversas técnicas de modificações cognitivo-comportamentais. Entre as utilizadas para aprendizagem e promoção de plasticidade neural encontra-se a técnica de biofeedback (Birbaumer & Flor, 1999), a qual permite ao sujeito realizar uma modificação em sua estrutura neural através de aprendizagem frente a mecanismo de autocontrole, fortalecendo, assim, as vias de ação envolvida no processo cognitivo-comportamental. A técnica de biofeedback já foi estudada junto à ciência do esporte no que diz respeito à capacidade de melhora de ordem física (Moleiro & Cid, 2001 e Johnson et al., 2002), porém não se observou citações na literatura referentes a estudos sobre o processo cognitivo.

Assim, buscando melhor entender a hipótese de modificação da estrutura neural através de exposição a novos estímulos e a relação desta modificação a mudanças nos processos cognitivo-comportamentais do sujeito em determinadas tarefas, associadas à inovação do treinamento do futebol de campo, o presente estudo investigou *o efeito da técnica de biofeedback na atenção de atletas juvenis de futebol de campo*.

## 1.2 Objetivos do Estudo

### 1.2.1 Geral

Analisar o efeito da técnica de biofeedback no processo de atenção visual seletiva de atletas juvenis de futebol de campo.

### 1.2.2 Específicos

- Determinar a capacidade de atenção pré e pós-intervenção com biofeedback;
- Verificar a resposta galvânica da pele durante a intervenção com biofeedback;
- Verificar a frequência cardíaca durante a intervenção com biofeedback;
- Correlacionar a atenção visual seletiva com versus sem memória de trabalho.

## CAPÍTULO II

### 2. REVISÃO DE LITERATURA

#### 2.1 Processos Neurocognitivos do Comportamento

Os resultados positivos encontrados frente à aplicação do treinamento de biofeedback (BF) são devido a um aumento de controle cognitivo de origem *top-down*, o qual apresenta um processo de realimentação dos sinais gerados via processos *bottom-up* (Suna & Zhangb, 2004 e Delorme et. Al., 2004).

Os processos de *top-down* e *bottom-up* têm sido apresentados pela literatura como os dois sistemas de controle cognitivo das bases neurais do comportamento no sistema nervoso. O primeiro denominado de sistema *bottom-up* (de baixo para cima) tem origem mais antiga e é encontrado em todos os animais que possuem sistema nervoso (LeDoux, 1998). Já o segundo denominado de *top-down* (de cima para baixo) tem origem mais recente e é encontrado apenas nos primatas mais evoluídos e principalmente nos seres humanos (Mechelli et al., 2004).

O *bottom-up* é composto por diversas áreas subcorticais (complexo amigdalóide, tálamo, etc.) responsáveis pelo controle direto e involuntário de origem simpática e parasimpática de inúmeros processos fisiológicos, hormonais e de estímulo resposta, o mesmo está mais ligado com os processos de luta e fuga, alimentação e reprodução (LeDoux, 1995; LeDoux, 1998 e Mechelli et al., 2004). Este sistema apresenta influência direta sobre os processos cognitivos de ordem superior, afetando e, muitas vezes, deteriorando as respostas pelos sistemas cognitivos de alta ordem (Richter-Levin, 2004 e Mechelli, 2004).

Já o sistema *top-down* é formado por áreas presentes no neocórtex, principalmente pelo córtex frontal (Faw, 2003 e Praamstra, Boutsen & Humphreys, 2005), e está relacionado ao controle voluntário das ações, a memória de trabalho e a tomada de decisões (Michelli et al., 2004). Esse sistema é responsável pelo controle de ações refinadas e de alta precisão, que na psicologia recebe a definição de controle explícito do comportamento (Araújo, 1999).

Segundo os trabalhos apresentados por Faw (2003), Suna & Zhangb (2004), Mechelli (2004), Delorme et. Al. (2004) e Praamstra et al., (2005), o processo de controle via *bottom-up* ou *top-down* pode ser alterado através de mudanças morfofisiológicas das bases neurais cognitivas responsáveis por esses sistemas. Assim, o comportamento provocado pela estrutura morfofisiológica neural do processo *bottom-up* e/ou *top-down* podem ser modificadas através de treinamento aplicado ou exigência do ambiente, o que provoca uma alteração no processo de controle neural de comando do comportamento.

A disponibilidade genética e fisiológica de plasticidade neural e, conseqüentemente, alterações cognitivas que refletem no comportamento do sujeito, através de alterações de controle do sistema nervoso central sobre duas bases neurais do comportamento (*bottom-up* e *top-down*) possibilitou a criação do biofeedback como uma técnica psicofisiológica de terapia (Schwartz, et al., 1995 e Birbaumer & Flor, 1999), e provavelmente sua utilização como um instrumento de desenvolvimento da performance cognitiva em sujeitos normais.

## 2.2 Biofeedback

A técnica de Biofeedback (BF) nasceu na década de 60 – através da aplicação do conhecimento de Luigi Galvani sobre a eletricidade dinâmica e sua ação fisiológica – com a união de dois processos: a) um sistema tecnológico (uma tecnologia), o qual interage com o sistema fisiológico para obter informações deste e apresentar informações a este mesmo sistema; b) um princípio sistêmico, o qual relata que todo sistema interdependente é capaz de provocar modificações



em seus processos interligados, desde que seja capaz de se relacionar com o mesmo (Schwartz, et al., 1995; & Birbaumer e Flor, 1999).

Entre os diversos métodos utilizados para coleta de informação junto à técnica de biofeedback, encontra-se o de resposta galvânica da pele, o qual funciona, assim, devido à pele possuir condução elétrica. Segundo Schwartz, et al. (1995), a superfície da pele da mão possui até 2000 glândulas sudoríparas por centímetro quadrado e cada uma destas glândulas é por si própria um circuito elétrico separado, sendo que a superfície da pele geralmente é marcada por uma alta resistência elétrica, enquanto que as camadas profundas apresentam uma maior condutividade de eletricidade.

Dessa forma, à medida que um maior número de glândula são “acionadas”, há um aumento do número de circuitos condutivos que entram em funcionamento, aumentando, desta forma, a corrente total. Assim, a pele age como um resistor variável, o qual regula, através do circuito, o fluxo de corrente, obedecendo a lei de Ohm, onde a voltagem (V) é igual à resistência vezes a intensidade da corrente (I), ou seja,  $V = R \times I$  (Schwartz, et al., 1995). A figura 1 apresenta esquematicamente o funcionamento das glândulas sudoríparas como um biocircuito de condução elétrica.

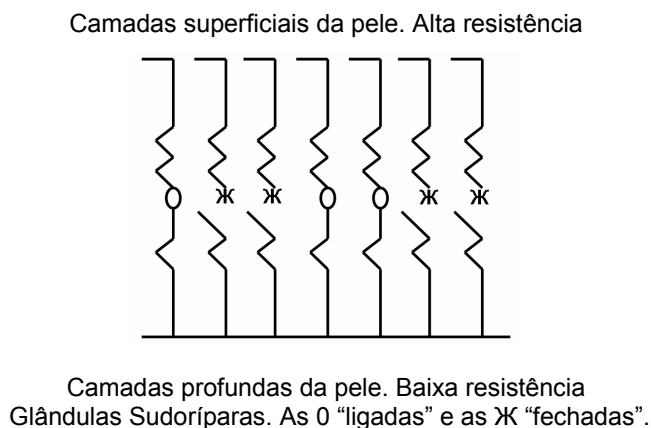


Figura 01 – Modelo de biocircuito formado pelas glândulas sudoríparas da pele na condução de eletricidade.

Através do domínio deste fenômeno, o BF se desenvolveu como uma ferramenta tanto de utilidade para a ciência, quanto para a terapia, onde sua utilização parte do princípio de ensino-aprendizagem de processos de auto-regulação que envolve o treinamento de sistemas. Assim, aprendendo como

controlar – tanto os processos físicos quanto mentais – o organismo é levado a um funcionamento mais estável de ordem de física, cognitiva e comportamental (Schwartz, et al., 1995 e Birbaumer & Flor, 1999).

Nas ciências do cérebro, o BF tem se apresentado como uma ferramenta para investigar o aprendizado e a inferência do controle voluntário sobre os processos fisiológicos e mentais de origem involuntária. Já quanto à aplicabilidade o mesmo propicia às pessoas usarem os recursos naturais do aprendizado de modo intencional, através dos sinais fisiológicos capturados e visualizados por monitores eletrônicos (Schwartz, et al., 1995 e Birbaumer & Flor, 1999).

O BF pode ser realizado através de captação de diversos sinais fisiológicos do organismo, entre eles o impulso cardíaco, impulso nervoso motor, impulso neural do córtex, temperatura corporal, resposta galvânica da pele, entre outros (Schwartz, et al., 1995 e Birbaumer & Flor, 1999). Esses sinais estão envolvidos em grande número de atividades neurais de diversos sistemas tais como o de aprendizagem, memória, cognição, atenção, percepção, emoção e autônomos (Schwartz, et al., 1995).

No que se refere à resposta galvânica da pele, esta é gerada através de estimulação simpática ou parassimpática provocada em resposta a diversos agentes estressores de origem interna ou externa, provocando um acréscimo ou decréscimo da condutividade galvânica da pele (Moleiro & Cid, 2001).

Um dos objetivos traçados junto à ferramenta de biofeedback é a sua disponibilidade em investigar de forma experimental a capacidade do sistema nervoso em auto-regular as suas funções fisiológicas através de controle voluntário (Birbaumer & Flor, 1999). Diversos trabalhos envolvendo o estudo de BF junto ao processo de controle voluntário sobre o processo fisiológico de sistemas com distúrbios têm sido apresentados pela literatura. Fuchs et al., (2003) estudaram o efeito do treinamento com BF em crianças com déficit de atenção, onde experimentalmente monitoraram o efeito de aprendizagem destas crianças sobre os processos fisiológicos que eram apresentados quando as crianças perdiam focos de atenção e seus resultados demonstraram que o biofeedback foi capaz de provocar uma melhora significativa no comportamento de atenção das crianças que realizaram a intervenção, em comparação com as demais.

Já no trabalho realizado por Violani & Lombardo (2003), os autores investigaram a possibilidade do treinamento de biofeedback ser capaz de

apresentar modificações na capacidade de controle voluntário da temperatura da pele e da ansiedade em sujeitos que apresentavam traços de ansiedade. Em estudo realizado por Pop-Jordanova (2000), o autor investigou a possibilidade da técnica de biofeedback ser utilizada nos distúrbios alimentares em adolescentes. A autora encontrou resultados significativos e positivos em favor ao grupo que utilizou a intervenção com a técnica de BF junto aos sujeitos estudados, concluindo que o BF pode ser uma ferramenta de aprendizagem do controle do processo psicofisiológico da ansiedade e do alimentar-se.

Porém, na ciência do esporte a técnica de BF ainda apresenta pouca exploração quanto a dados científicos e a eficácia de sua aplicação. Em estudo realizado por Caird, McKenzie & Sleivert (1999), os autores buscaram investigar se o treinamento de biofeedback era capaz oferecer aos sujeitos um maior aprimoramento na biomecânica da corrida e com isto realizar uma corrida mais estável após o treinamento de BF. Os resultados apresentados pelos autores demonstraram que os sujeitos conseguiram aprimorar a biomecânica da corrida através do treinamento com biofeedback.

Em trabalho desenvolvido por Moleiro & Cid (2001), os autores investigaram experimentalmente a possibilidade de melhora de eficiência de corrida através de treinamento de corrida, concomitantemente com o treinamento de BF no grupo experimental, e o treinamento de corrida e feedback verbal no grupo controle, onde utilizaram a frequência cardíaca como parâmetro de intensidade fisiológica. Os autores encontraram um decréscimo significativo da frequência cardíaca para um mesmo percentual de intensidade da carga máxima no grupo experimental, mas não no controle.

Esses valores possibilitaram que Moleiro & Cid (2001), concluíssem que o treinamento de corrida concomitante ao treinamento de BF é capaz de aumentar a eficiência e a economia fisiológica da corrida. Em estudo semelhante, Johnson et al., (2002), estudaram a aplicabilidade da técnica de biofeedback junto à eficiência de controle postural e observaram que os sujeitos que receberam intervenção BF apresentaram melhora significativa no controle postural.

## 2.3 Memória de Trabalho

A memória de trabalho é um processo neural no qual permite manter certos estímulos acionados por determinado tempo, enquanto que outras operações cognitivas são processadas em diversas áreas do córtex cerebral (Schweitzer et Al., 2000, Fockert et al., 2001 e Faw, 2003). A geração da memória de trabalho é produzida através de uma rede de buffers<sup>3</sup> temporários de memória, geralmente criados na área responsável pela função do estímulo em evidência. Porém, o córtex frontal é o responsável pela manutenção de sinais para esta área e, assim, permitindo que o sistema compare o estímulo recebido no momento com outros que receberam alguns instantes atrás, bem como os que já estavam armazenados a longo tempo no sistema (Goldberg, 1994; LeDoux, 1995 e Faw, 2003).

O sistema de memória de trabalho compõe-se de um espaço de trabalho onde as informações dos buffers especializados podem ser guardadas temporariamente, e de um conjunto de funções executivas que controlam as operações realizadas com base nesta informação. As funções executivas são encarregadas da coordenação geral das atividades da memória de trabalho, tais como determinar quais sistemas especializados devem ser atendidos no momento, introduzindo e retirando informações do espaço de trabalho nestes e em outros sistemas (LeDoux, 1995; Faw, 2003 e Gruber & Goschke, 2004).

A memória de trabalho também é mencionada como sendo parte do processo de atenção (Fockert et al., 2001 e Faw, 2003). Porém ela não é um produto do “aqui” e “agora”, mas sim de um truncado conteúdo produzido pelas informações armazenadas de origem genética, pelo processo fisiológico e pelas experiências vivenciadas com o decorrer da vida. Desta forma, quando um estímulo gerado externa ou internamente, se combina à informação na memória de longo prazo, é que o referido estímulo passa a ser reconhecido e capaz de fazer-se presente no processo de atenção (LeDoux, 1998; Schweitzer et al., 2000).

---

<sup>3</sup> Palavra exportada da ciência da computação, e pode ser sinônimo de manutenção, retenção.

A memória de trabalho faz parte da gama de funções realizadas pelo córtex frontal, sendo as regiões do córtex pré-frontal lateral, o cíngulo anterior e a região orbital (as quais estão fortemente interligadas), as responsáveis por receberem as informações dos diversos buffers sensoriais especializados e, provavelmente, pela função de manutenção da informação por um determinado período de tempo, (Faw, 2003 e Gruber & Goschke, 2004). Essas áreas também são partes: das redes neurais da atenção do lobo frontal, sistema cognitivo relacionado com a atenção seletiva; da distribuição de recursos mentais; dos processos de tomada de decisão; e do controle dos movimentos voluntários – processos de controle cognitivos de ordem *top-down* (Goldberg et al., 1994; LeDoux, 1995, Underleider, Courtney & Haxby, 1998, Fockert et al., 2001 e Faw, 2003).

No processo de atenção, a memória de trabalho exerce a função de manter o estímulo desejado em ação, eliminando e/ou diminuindo a ação dos diversos estímulos de origem externa e interna que competem pela atenção do organismo (Underleider et al., 1998 e Gruber & Goschke, 2004). Em trabalho desenvolvido por Schweitzer et al. (2000), o autor observou uma modificação morfológica nas áreas responsáveis pela geração da memória de trabalho em sujeitos que apresentavam déficit de atenção e hiperatividade, sugerindo que a atenção, a memória de trabalho e o processo de tomada de decisão estão estreitamente ligados no córtex frontal.

Em estudo desenvolvido por Woodson et al. (2003), o autor investigou o processo de memória de trabalho em ratos e concluiu que pequenas mudanças no sistema hormonal afetam diretamente o funcionamento da memória de trabalho. Assim, o autor sugere que a memória de trabalho esteja estritamente relacionada ao processo fisiológico e anatômico do corpo humano. As influências hormonais, estruturais e funcionais das regiões responsáveis pela geração da memória de trabalho foram estudadas junto a estudos com animais (Rossetti & Carboni, 2005) e com humanos (Aalto et al., 2005). E, segundo Dudai (2004), a melhora de desempenho de manutenção de informações na memória de trabalho é diretamente proporcional às modificações morfofisiológicas e bioquímicas das áreas neurais envolvidas, as quais são responsáveis pelo processo cognitivo e pela geração do comportamento.

O processo cognitivo e comportamental que envolve a memória de trabalho foi estudado por Tsujimoto et al. (2004). Os autores observaram que a memória de trabalho é fortemente dependente do córtex frontal e a mesma apresenta-se fortemente desenvolvida em crianças de 5-6 anos de idades e, que diferenças de funcionamento das áreas responsáveis pela memória de trabalho no córtex frontal entre sujeito, relaciona-se com seu comportamento frente a determinadas tarefas que exigem a manutenção da informação por um determinado espaço de tempo. E, segundo Tsujimoto et al. (2004), este fator demonstra que a memória de trabalho é uma importante função cognitiva de origem *top-down* no papel do autocontrole, tomada de decisão e habilidades sociais.

No que diz respeito ao papel da memória de trabalho junto ao processo de atenção visual Pierrot-Deseilligny et al. (2003), Ostendorf, Finke & Ploner (2004) e Pierrot-Deseilligny et al. (2005), estudaram este processo junto a sujeitos com déficit nas regiões do córtex frontal relacionadas com a memória de trabalho, e compararam com os resultados de sujeitos saudáveis. Seu estudo demonstrou que o córtex frontal é responsável por manter as informações dos movimentos sacádicos, bem como espaço-temporais. Onde os sujeitos saudáveis foram mais hábeis em manter em funcionamento o córtex frontal e, conseqüentemente, em manter informações. Desta forma, segundo Pierrot-Deseilligny et al. (2005), a memória de trabalho permite que possamos realizar antecipações de busca visual, tomar decisões, bem como produzir imagens visuais antes mesmo da informação real atingir as áreas neurais responsáveis pela visão.

Assim, a memória de trabalho recebe um papel crucial no processo de controle *top-down*, desempenhando a função de manutenção das informações e possibilitando a tomada de decisão e controle de erros frente às ações tomadas. Na psicologia do esporte ela exerce uma ligação direta no processo de ativação e inibição. Segundo Abes (2004), esse processo neural pode ser capaz de aumentar ou diminuir desempenho dos atletas frente a uma determinada tarefa, devido esta capacidade de fina relação com os sistemas de tomada de decisão, atenção e avaliação/controle na tarefa realizada.

## 2.4 A Atenção na Psicologia do Esporte

A psicologia do esporte apresenta o processo de atenção como a capacidade de trazer um estímulo à percepção consciente, e a divide em troca e tomada de atenção (capacidade de largar um estímulo e busca e apreensão de outro estímulo) e de concentração (manutenção do estímulo capturado por um determinado período de tempo) (Weinberg & Gould, 2001, p 350).

Na psicologia, segundo Weinberg & Gould (2001, p 351), é possível classificar a atenção quanto ao seu foco, os quais seriam:

- a) foco de atenção ampla – permite perceber diversos estímulos ao mesmo tempo de forma grotesca;
- b) foco de atenção estreito – quando apenas um ou dois sinais podem ser enquadrados;
- c) foco de atenção externo – a atenção esta dirigida para estímulos produzidos externamente;
- d) foco de atenção interno – a atenção esta dirigida para estímulos produzidos internamente (sentimentos/pensamentos e percepção fisiológica e funcional).

Segundo o autor, a manipulação desses tipos de focos que provoca um ajuste adequado para cada situação desenvolvida. Mas, como sugere LeDoux (1998), e Nagahama et al., (2001), o processo de atenção depende do envolvimento de diversos sistemas interligados e um deles diz respeito ao controle voluntário da atenção. Esse processo de acionamento é denominado na psicologia do esporte como ativação, e segundo Collet et al., (1996), o seu desenvolvimento envolve inúmeros processos cerebrais, mentais e fisiológicos. Assim, todo processo psicológico cognitivo que desencadeia um comportamento depende restritamente da interação de suas bases estruturais e funcionais.

Dessa forma, a ativação é um processo de seleção, onde estímulos provindo de diversas áreas competem entre si para atingir o limiar e disparar o potencial de ação que produzirá um processo do mesmo e direcionar o foco para si (LeDoux 1998 e Nagahama & cols., 2001). As redes neurais envolvidas nesse processo tende a se fortalecer a cada limiar atingido, criando uma espécie de recrutamento neural seletiva para este fortalecimento (Knight et al. 1999; e Schweitzer et al., 2000).

Esse processo de fortalecimento – quer de ordem neural como de ligações neurais – também são observados junto ao processo de atenção, o qual pode ser modificado através de influência emocional e/ou fisiológico. Segundo Dan & Lisman (2003), os estímulos gerados (processo *bottom-up*) interagem com as redes neurais já existentes, modificando a sua arquitetura e influenciando os processos de ordem voluntários. Este mesmo fenômeno de reestruturação neural também é realizado através do sistema voluntário (processo *top-down*) em direção ao sistema emocional e/ou fisiológico, o que demonstra que o sistema nervoso está organizado de forma hierárquica e sob dois sentidos de comandos (Dan & Lisman, 2003 e Praamstra et al., 2005).

Essa possibilidade de modificação na estrutura e no funcionamento de base neural e de interconexões neurais, nos sistemas cognitivos propicia ao sistema voluntário exercer maior influência sobre os processos neurais destas áreas e, conseqüentemente, modificação do comportamento (Faw, 2003 e Gruber & Goschke, 2004).

Em estudo recente realizado por Abes (2004), o autor observou que atletas de tênis que apresentavam maior atenção em um foco externo antes de realizarem o saque, eram capazes de diminuir sua frequência cardíaca, bem como aumentar o número de acertos dos saques em um alvo. Com esses resultados o autor demonstrou que os sistemas fisiológicos e emocionais podem receber influência do sistema voluntário, direcionando-os para uma faixa de estimulação considerada “ótima” para a tarefa e demonstrando a existência de um sistema *top-down* de controle da atenção.

## 2.5 O Futebol de Campo

O futebol de campo é hoje o esporte mais praticado e popular no Brasil (Leal, 2000). Sua base científica apresenta um rico repertório de estudos no que diz respeito à base fisiológica e morfológica, porém os trabalhos envolvendo desenvolvimento cognitivo comportamental são raros, e foi pouco encontrado na literatura revisada.



Embora a literatura apresente poucos estudos referentes ao desenvolvimento cognitivo, a mesma destaca a capacidade cognitiva como uma das principais qualidades necessária para o sucesso dos atletas de alto nível deste esporte (Guia, Ferreira & Peixoto, 2004). Segundo Weineck (2000, p 460), “a capacidade cognitiva influencia diretamente as ações físicas e táticas dos atletas de alto nível” e, segundo Leal (2000, p 33), “na presença de igualdade técnica, tática e física entre duas equipes a que apresentar atletas com capacidades cognitivas mais desenvolvidas apresentará uma maior probabilidade de vitória”.

A faixa etária de maior desenvolvimento das qualidades cognitivas no futebol de campo, segundo Stiehler et al., (1988 apud Weineck, 2000, p 441), encontra-se na faixa etária dos 8 aos 16 anos. Segundo o autor, este período de idade é onde ocorre um aumento da velocidade de maturação do córtex frontal responsável pelas principais ações de controle de ação e tomada de decisão. Estas afirmações estão de acordo com o resultados dos estudos de Goldberg et al., (1994), LeDoux, (1995), Bechara (2000), Faw, (2003) e Dan & Lisman (2003), quanto a função do córtex frontal como um centro de tomada de decisão e controle de ações voluntárias.

Segundo Konzag apud Weineck (2000, pg 363), o andamento esperado de uma partida de futebol de campo está estreitamente ligado à capacidade cognitiva dos jogadores quanto ao processo de atenção, a tomada de decisão, a resposta antecipada (o que o autor denomina de velocidade de ação) e a capacidade de percepção e a correção da ação errada. Esse fator faz com que muitos atletas com menor capacidade física se sobressaíam frente aos demais pela alta velocidade cognitiva, beneficiando-os frente aos demais atletas.

De acordo com Konzag apud Weineck (2000, p 363), o processo de tomada de decisão de um jogador apresenta as seguintes particularidades:

- Na maioria das vezes, não se trata de decisões únicas, mas sim de seqüência de decisões ou de um complexo de decisões;
- Ocorrem trocas freqüentes das formas de decisões;
- Freqüentemente diferentes tipos de decisões são necessários para situações semelhantes, para confundir o adversário;
- No jogo, alternam-se decisões individuais e coletivas que têm estreitas correlações entre si;

- A qualidade de tomada de decisão necessária ao jogo deve ser mantida, apesar da alta sobrecarga psicofísica provocada com o aumento da duração do jogo;
- As decisões do jogador ocorrem, na maioria das vezes, sobre diversos tipos de pressões.

A figura 02 demonstra o modelo cognitivo de aquisição e assimilação da informação para o processo de tomada de decisão proposto por Konzag apud Weinick (2000, p 364) para jogadores de futebol de campo.

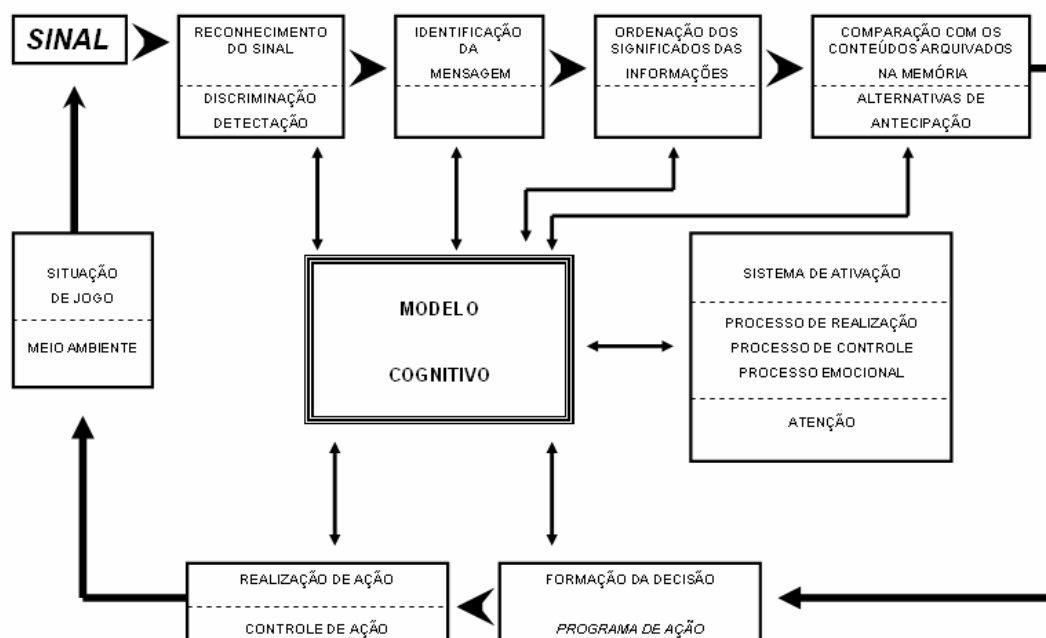


Figura 02 – Modelo cognitivo de aquisição e assimilação da informação de Konzag, 1983, p 593. Adaptado de Weineck, 2000, p 364.

Desta maneira, o fator cognitivo torna-se um fator decisivo para o bom andamento da partida em favor de uma das equipes, onde há evidência da capacidade de aprimoramento desta qualidade é de suma importância, uma vez que a mesma, segundo Leal (2000, p 33) e Weineck (2000, p 365), é observada em atletas após anos de prática na modalidade esportiva.

## CAPÍTULO III

### 3 MÉTODO

#### 3.1 Caracterização do Estudo

Este estudo caracteriza-se como descritivo, com delineamento experimental de acordo com Thomas e Nelson (1996). O objetivo desse delineamento é favorecer a verificação rigorosa das relações funcionais entre variáveis, ou seja, acompanhar e medir o desempenho individual de cada sujeito durante a manipulação das variáveis e posteriormente em grupo.

#### 3.2 Local

O presente estudo foi realizado na cidade de Caxias do Sul-RS, nas dependências do Esporte Clube Juventude.

#### 3.3 Caracterização dos Participantes

Os sujeitos participantes foram selecionados de forma intencional, com os grupos distribuídos de forma randômica. O grupo em estudo foi composto por 20 sujeitos, do sexo masculino, na faixa etária de 15 anos, com mais de 2 anos de prática sistemática de treinamento de futebol de campo, sendo que todos faziam

parte e freqüentavam regularmente os mesmos horários e treinamentos no clube, realizados pelos mesmos profissionais de preparação técnica-tática e física.

A mostra estudada apresentou uma perda de dois sujeitos no grupo experimental (um participante devido à dispensa do clube e outro por transferência para outro clube) e cinco participantes do grupo controle (dois por transferência para outro clube, um por dispensa do clube e um por desistência do estudo e um por lesão), assim, o trabalho obteve um número total de 13 participante que concluíram o estudo.

### 3.4 Definições das variáveis

*Variável Independente:*

Resposta Galvânica da Pele.

*Variáveis Dependente:*

Atenção visual seletiva de curta duração com memória de trabalho;

Atenção visual seletiva de curta duração sem memória de trabalho;

Atenção visual seletiva de longa duração com memória de trabalho;

Atenção visual seletiva de longa duração sem memória de trabalho.

### 3.5 Instrumentos de Medidas

Utilizou-se o coletor e amplificador de estímulo elétrico da pele de modelo ThoughtStream2<sup>®</sup>, para coleta e armazenagem da RGP (figura 07). Na coleta da frequência cardíaca utilizou-se um sensor de estímulo cardíaco da marca Polar<sup>®</sup> modelo Vantage. Para aplicação das intervenções foi utilizado um software fabricado pela Audiostrobe<sup>®</sup>.

Nos testes de atenção visual seletiva, bem como coleta e análise dos dados utilizou-se um computador equipado com Windows XP<sup>®</sup>, bem como uma versão adaptada pelo LANESPE ([www.lanespe.ufsc.br](http://www.lanespe.ufsc.br)) para ser realizada em

computador do teste de atenção visual seletiva proposta por Harris & Harris (1984).

### 3.6 Procedimentos Preliminares

Após definição de quem participaria da pesquisa, os sujeitos participantes foram informados que iriam participar de uma pesquisa, porém não foi informado que o procedimento da pesquisa era de forma experimental e sim que realizariam dois tipos de jogos para testar sua capacidade frente a estes tipos de jogos. O primeiro seria realizado em uma única vez nas duas semanas seguintes e o outro, por requererem uma aprendizagem prévia do controle da resposta galvânica da pele (oito realizações, com dois treinamentos semanais) para aprenderem o jogo, sendo que no oitavo dia de jogo seriam computados os escores. Apenas o Diretor do Departamento de Saúde sabia da verdadeira metodologia a ser aplicada, e assinou o termo de consentimento como responsável por todos os atletas (Anexo I), uma vez que nas dependências do clube os atletas ficavam sobre responsabilidade legal dos dirigentes do clube. Todos os sujeitos foram previamente informados quanto à liberdade para desistirem do estudo a qualquer momento que assim optarem a fazer.

O sujeito que aplicou os testes e as intervenções também não sabia do processo a ser investigado e concordou em participar do estudo de forma voluntária concordando com o termo de participação voluntária livre e esclarecida (anexo II). O mesmo ficou responsável por tabular e codificar os dados colhidos e apresentar os resultados após todas as coletas realizadas e fornecer a codificação dos grupos após as análises dos dados terem sido realizados pelo pesquisador.

### 3.7 Justificativa do Grupo Estudado e do Procedimento

A opção pelo grupo selecionado foi pelo interesse de estudo junto a esta modalidade esportiva, o futebol, e pelo fato do grupo de sujeitos estarem expostos a diversas condições semelhantes de treinamento e convívio tais como: treinamento sistematizado no período da tarde, estudos escolares no período da manhã, todos apresentarem a idade de quinze anos, e participarem de jogos com periodicidade, possuírem o mesmo técnico e preparador físico e conviverem em grupo na maior parte do dia e da responsabilidade exercida pelo clube com os atletas nas dependências de sua sede esportiva.

O procedimento quanto ao processo de não divulgar o verdadeiro objetivo da pesquisa para os participantes (e assim não ser possível o acesso direto da autorização dos pais), bem como o sujeito que conduziria as coletas e a revelação dos grupos somente após todas as análises realizadas pelo pesquisador, foram realizadas com o fim de: não contaminar o grupo através de direcionamento e/ou indução a um ganho ou perda de rendimento junto à atenção visual seletiva devido a uma crença de melhora ou treinamento desta habilidade cognitiva fora da intervenção por parte da amostra; de buscar eliminar o efeito de indução ao resultado provocado pelo condutor da coleta e intervenção; e não proporcionar maior atenção por parte do pesquisador aos dados do grupo experimental.

### 3.8 Procedimentos Experimentais

As figuras 03 e 04 apresentam os fluxogramas dos procedimentos metodológicos e dos procedimentos da coleta e análise dos dados, respectivamente. Primeiramente os sujeitos foram divididos em dois grupos com dez atletas cada grupo. A divisão dos grupos foi realizada de forma randômica, onde o primeiro sujeito escolhido era do grupo experimental e o segundo do grupo controle e assim sucessivamente. O grupo experimental foi denominado de “G1” e o grupo controle de “G2”.

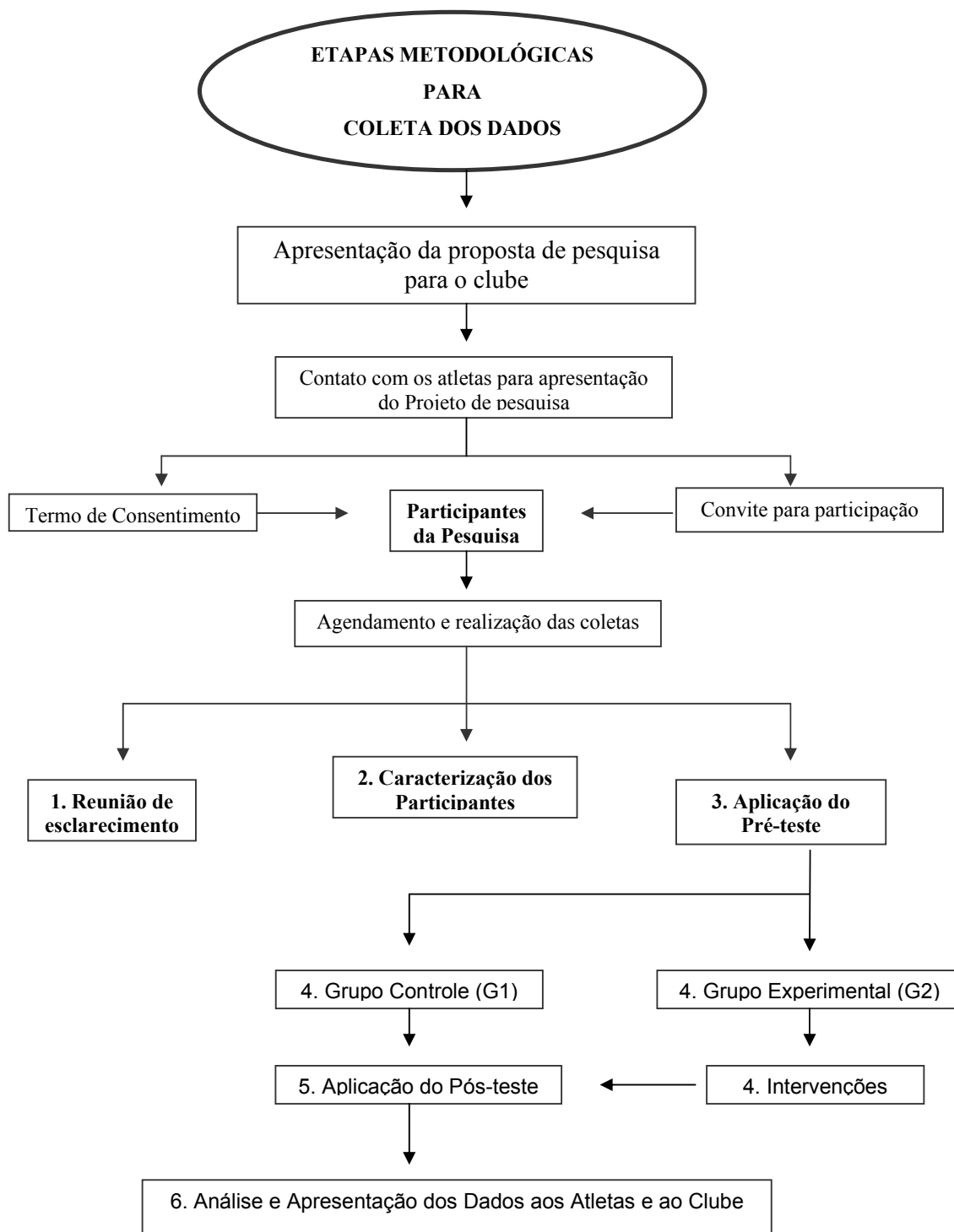


Figura 03 Fluxograma dos procedimentos metodológicos para coleta dos dados.

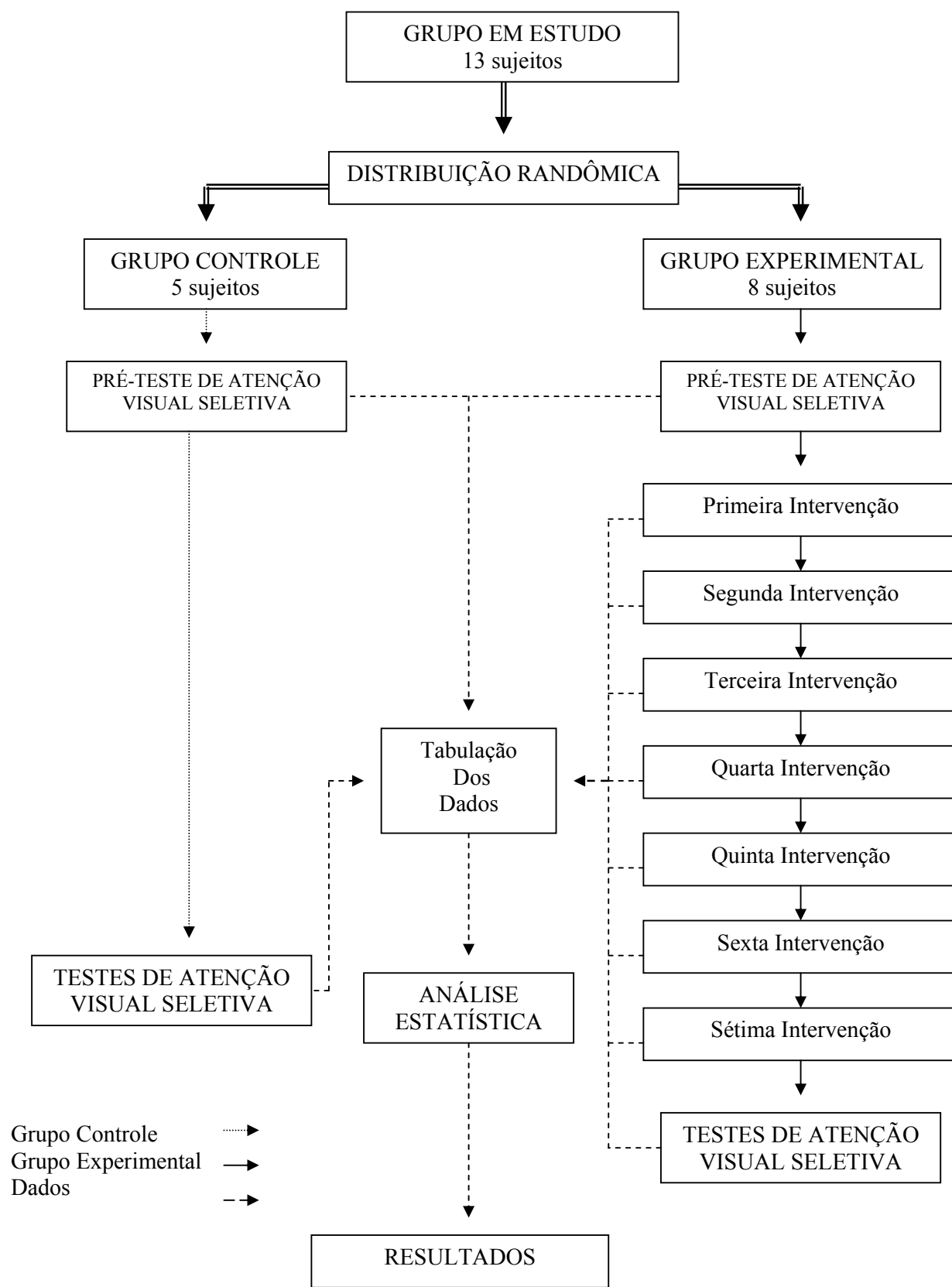


Figura 04 – Fluxograma dos procedimentos para a coleta de dados



### 3.8.1 Teste de Atenção Visual Seletiva

A coleta dos dados constou de dois testes de atenção visual seletiva (teste de grade numérica), aplicados em sistema de pré e pós-teste. Os testes tiveram por objetivo avaliar a capacidade de atenção visual seletiva em duas situações: com ênfase na memória de trabalho (teste A) e sem ênfase na memória de trabalho (teste B). Também constou de coletas das respostas galvânica da pele e velocidade do estímulo cardíaco durante as setes intervenções realizadas.

Primeiramente foram realizados os testes de atenção visual seletiva, abaixo descritos:

O primeiro teste de atenção visual seletiva com ênfase na memória de trabalho consistia do teste de grade desenvolvido por Harris & Harris (1984), adaptado pelo Laboratório de Neurociência do Esporte e Exercício (LANESPE) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), para uma versão computadorizada, o qual consistia de uma grade de números distribuídos aleatoriamente pelo computador, com dois dígitos, iniciando em 00 e terminando em 99, onde o sujeito tinha que encontrar os números de forma crescente o mais rápido possível iniciando em 00.

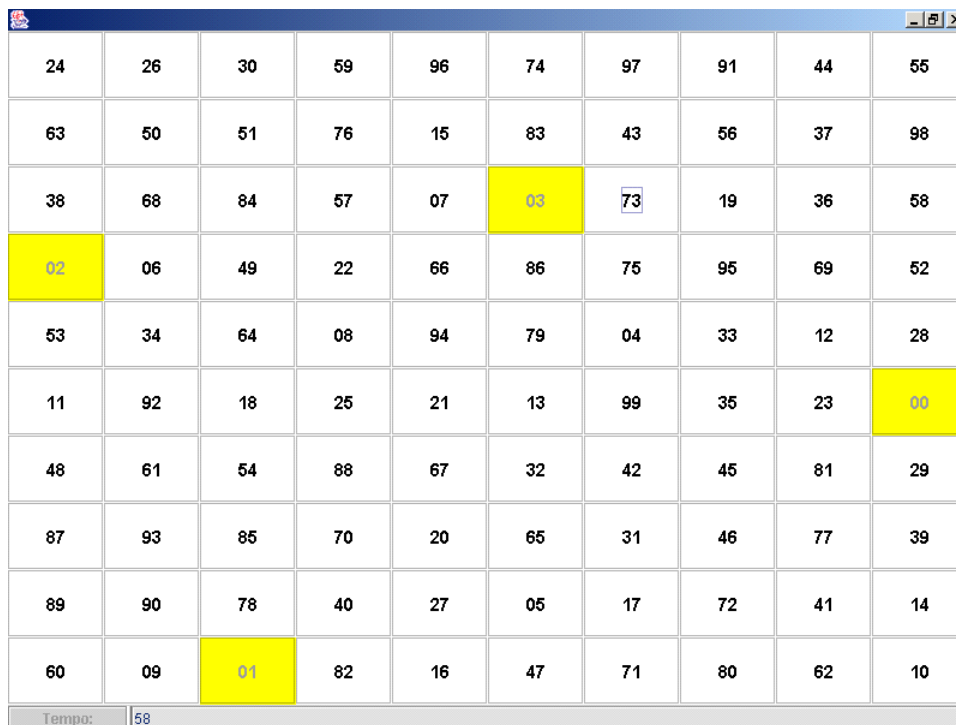
O teste era dividido em duas etapas:

1. A primeira parte dizia respeito da capacidade do sujeito em realizar a atenção visual seletiva de curta duração (período demarcado pela capacidade do sujeito liberar um estímulo captado pela atenção, captar o novo estímulo e focá-lo na atenção) a qual contava com o período de tempo dos 120 segundos iniciais;
2. A segunda parte do teste dizia respeito a capacidade do sujeito em realizar a atenção visual seletiva de longa duração (período demarcado pela capacidade do sujeito manter o estímulo desejado em sua atenção) e iniciava nos 120 segundos de teste e seu término era no momento em que o atleta encontrava todos os algarismos do teste.

O teste apresentava os números distribuídos aleatoriamente pelo computador a cada início de um novo teste, o qual se mantinha inalterado até o

término do teste. Os números encontrados eram computados através de um toque com o mouse do computador sobre o quadrado do número correto.

O segundo teste dizia respeito a atenção visual seletiva sem ênfase na memória de trabalho. O presente teste era semelhante ao anterior, porém foi adaptado pelo LANESPE para realizar uma redistribuição dos números de forma aleatoriamente pelo computador a cada número encontrado. O formato geral do teste é demonstrado na figura 05.



24	26	30	59	96	74	97	91	44	55
63	50	51	76	15	83	43	56	37	98
38	68	84	57	07	03	73	19	36	58
02	06	49	22	66	86	75	95	69	52
53	34	64	08	94	79	04	33	12	28
11	92	18	25	21	13	99	35	23	00
48	61	54	88	67	32	42	45	81	29
87	93	85	70	20	65	31	46	77	39
89	90	78	40	27	05	17	72	41	14
60	09	01	82	16	47	71	80	62	10

Tempo: 58

Figura 05 – Versão computadorizada do teste de atenção visual seletiva proposto por Harris & Harris (1984), realizada pelo LANESPE-UFSC.

Todos os sujeitos tiveram um período de adaptação junto ao teste de dez minutos, o qual antecedeu aos dias de realização dos testes. A realização dos pré e pós-testes foram dispostas, sendo que o primeiro sujeito de cada grupo iniciava realizando o teste de atenção visual seletiva com ênfase na memória de trabalho e o segundo sujeito de cada grupo realizando o teste de atenção visual seletiva sem ênfase na memória de trabalho, e assim consecutivamente.

Esta ordem era invertida na realização do segundo teste de cada sujeito. Cada sujeito respeitou um intervalo entre 30 a 40 minutos entre os testes. Os dados coletados foram tabulados e armazenados em uma planilha do Excel do Windows XP®.

### 3.8.2 Intervenção com Biofeedback

As intervenções foram realizadas através de um software fabricado por Audiostrobe®, o qual consistiam em produzir controle sobre um estímulo na tela de um computador, comandado através da resposta galvânica da pele, onde o sujeito deveria desenvolver controle voluntário (processo fisiológico) para conseguir conduzir o estímulo no monitor do computador. O estímulo se deslocava para baixo e para cima conforme o sujeito aumentava ou diminuía sua resistência de condutividade do estímulo elétrico da pele.

O jogo era composto de quatro fases: a primeira fase consistia em conduzir o estímulo verticalmente em direção a base inferior do monitor, onde este era colocado como meta a ser atingida para trocar de fase, sendo que o estímulo iniciava no centro do monitor e não se movia horizontalmente. A segunda fase também consistia em conduzir o estímulo verticalmente em direção a base inferior do monitor no alvo figurativo, porém o estímulo iniciava na lateral do monitor, junto ao lado esquerdo do sujeito. Nesta fase o estímulo se movia horizontalmente (conduzido horizontalmente pelo computador, com um tempo total de três minutos para cruzar da esquerda para a direita do monitor) e o sujeito tinha que realizar o movimento vertical em direção a um alvo na base inferior do monitor, que consistia em torno de 50% da zona central inferior para conseguir passar por esta fase.

A terceira fase era semelhante a segunda, porém o alvo era de aproximadamente 20% da área do monitor. O estímulo iniciava na margem esquerda do monitor e deslocava-se para a margem direita em um tempo total de quatro minutos para cruzar horizontalmente todo o monitor. Nesta fase o sujeito precisava controlar o estímulo elétrico da pele de forma positiva e negativa com o objetivo de conseguir atingir o alvo que se encontrava na margem direita inferior do monitor. A quarta fase consistia em percorrer um caminho em forma de semicírculo com uma duração de dois minutos onde o sujeito tinha que manipular voluntariamente para uma diminuição dos valores da condutância elétrica da pele até a metade da fase e um aumento na outra metade. Caso o sujeito não conseguisse manter-se dentro da demarcação do percurso a fase era reiniciada. A demonstração de cada fase se encontra na figura 06.



a)



b)



c)



e)



d)

Figura 06 – Software *MentalGame* a) e as fases do jogo: b) primeira fase; c) segunda fase; d) terceira fase; e) quarta fase. As setas demonstram a trajetória a ser seguida.

Durante a intervenção foram coletados e armazenados os dados da resposta galvânica da pele a cada segundo através de um coletor e amplificador de estímulo elétrico (figura 07) da pele de modelo ThoughtStream2®, o qual captava o estímulo elétrico da pele através de dois eletrodos de ordem fixa que faziam parte do equipamento. Foram também coletadas as respostas da velocidade do estímulo cardíaco a cada cinco segundo através de um sensor de estímulo elétrico cardíaco da marca Polar® modelo Vantage. Os dados coletados foram tabulados e armazenados em uma planilha do Excel do Windows XP®.



Figura 07 - coletor e amplificador de estímulo elétrico da pele da marca ThoughtStream2® utilizado na pesquisa.

Os testes de atenção visual seletiva, bem como as intervenções, foram realizados em uma sala nas dependências do Clube, com a presença apenas do sujeito avaliado e do interventor. As avaliações, bem como as intervenções, foram realizadas no período da tarde com no mínimo uma hora e meia após a última refeição. As intervenções eram distribuídas em dois horários (nas segundas e terças-feiras no período de meia hora cada horário e nas quintas-feiras no período de uma hora cada horário) devido a programação de treinamento dos atletas: o primeiro horário era realizado no período que antecedia o treino e o segundo horário no período que sucedia o período de treinamento. Os sujeitos do grupo experimental foram divididos em dois grupos onde realizavam as intervenções intercalando os horários, isto é, em um dia o grupo 1 realizava a intervenção antes do treino, em outro dia o grupo 2 realizava a intervenção antes do treino, e vice-versa.

Foram programadas oito intervenções, as quais seriam realizadas no período de quatro semanas, duas intervenções por semana, mas devido a participações de campeonatos fora da cidade sede do clube, as intervenções foram realizadas em um total de seis semanas, e apenas sete intervenções foram realizadas. Esta diminuição no número de intervenções foi por motivo de oportunizar tempo necessário para realização do pós-teste dentro das possibilidades dos horários liberados pelo clube e do calendário de competições, bem como para realizar o término da coleta de dados antes do período de recesso, realizado pela liberação dos atletas para o período de férias de inverno.

### 3.9 Design Estatístico

Para a padronização dos dados da condutância elétrica da pele e da velocidade do estímulo elétrico cardíaco utilizou-se a média de trinta segundo. Os dados coletados para este estudo, foram tratados estatisticamente através do pacote estatístico BioEstat 3.0® for Windows.

Para a verificação da normalidade dos dados encontrados foi aplicado o Teste de Normalidade de Kolmogorov-Smirnov e de Shapiro-Wilk, onde foi verificada a normalidade dos dados de todas as variáveis selecionadas, com um nível de significância de 5%.

A estatística descritiva com média e desvio padrão foram utilizados para caracterizar os dados absolutos das variáveis do teste de atenção visual, para a comparação entre grupos utilizou-se o teste não-paramétrico de Wilcoxon e o teste de correlação de Pearson para a análise de correlação entre os testes de atenção visual seletiva.

## CAPÍTULO IV

### 4 RESULTADOS

#### 4.1 Características do Grupo em Estudo

O grupo em estudo era composto por treze sujeitos do sexo masculino, com 15 anos de idade, sendo que todos participavam diariamente do treinamento físico, técnico e tático junto ao Clube no período da tarde, e estudavam no período da manhã em sistema de ensino normal.

#### 4.2 Atenção visual seletiva com memória de trabalho

Na tabela 01 encontram-se expostos os dados encontrados no pré e pós-teste de atenção visual seletiva com memória de trabalho para o grupo experimental (G1).

Tabela 01: Valores médios de tempo gasto em segundos (s) por cada sujeito do G1 para identificar a meta dirigida, bem como a média e desvio padrão do grupo durante a realização do pré e pós-teste de atenção visual seletiva de curta duração (CD-MT) e longa duração (LD-MT) com memória de trabalho.

Sujeito n=8	CD-MT-pré (s)	CD-MT-pós (s)	LD-MT-pré (s)	CD-MT-pós (s)
1	24,00	13,33	8,23	6,46
2	13,33	15,00	5,89	5,24
3	10,00	13,33	8,82	7,87
4	8,00	17,14	7,72	6,45
5	20,00	20,00	12,13	7,67
6	30,00	10,00	9,30	6,84
7	30,00	10,00	9,76	5,70
8	15,00	7,50	8,97	8,02
<b>Média</b>	<b>18,79</b>	<b>13,29</b>	<b>8,85*</b>	<b>6,78*</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>8,60</b>	<b>4,11</b>	<b>1,78</b>	<b>1,02</b>

\*  $p < 0,05$ .

Na análise dos dados coletados para a atenção visual seletiva de curta duração com memória de trabalho foi encontrada uma diminuição no tempo de busca do pré para a pós-intervenção em quatro sujeitos, sendo que um sujeito manteve o mesmo tempo, e três sujeitos aumentaram o tempo de busca. A análise dos dados agrupados apresentou uma diminuição na média e desvio padrão do tempo de busca do grupo experimental no pós-teste, porém não foi encontrada diferença significativa ( $z = -1,084$  e  $p > 0,05$ ) entre os grupos.

Já a análise dos dados da atenção visual seletiva para longa duração com memória de trabalho apresentou uma diminuição de tempo de busca em todos os sujeitos nos valores comparados entre pré e pós-teste. Quando estudado em grupo, os dados apresentaram diferença significativa ( $z = -2,524$  e  $p < 0,01$ ). Na tabela 02 se encontram os dados obtidos no pré e pós-teste de atenção visual seletiva com memória de trabalho para o grupo controle (G2).

Tabela 02: Valores médios de tempo gasto por cada sujeito do G2 para identificar a meta dirigida, bem como a média e desvio padrão do no pré e pós-teste de atenção visual seletiva de curta duração (CD-MT) e longa duração (LD-MT) com memória de trabalho.

Sujeito n=5	CD-MT-pré (s)	CD-MT-pós (s)	LD-MT-pré (s)	CD-MT-pós (s)
1	17,14	20,00	10,99	11,01
2	9,23	10,00	8,37	8,89
3	15,00	12,00	6,11	6,36
4	13,33	20,00	9,97	12,16
5	10,91	7,50	6,58	6,65
<b>Média</b>	<b>13,12</b>	<b>13,90</b>	<b>8,40*</b>	<b>9,01*</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>3,15</b>	<b>5,79</b>	<b>2,10</b>	<b>2,58</b>

\*  $p < 0,05$ .



A análise dos dados do grupo controle para a atenção visual seletiva de curta duração com memória de trabalho demonstrou haver uma diminuição de tempo de busca do pré para a pós-intervenção em dois sujeitos, e três sujeitos aumentaram o tempo de busca. A análise dos dados agrupados apresentou um aumento na média e no desvio padrão do tempo de busca do grupo experimental pós-teste, porém não foi encontrada diferença significativa ( $z=-0,135$  e  $p>0,05$ ) entre os grupos.

Quanto à análise dos dados da atenção visual seletiva para longa duração com memória de trabalho, esta apresentou um aumento de tempo de busca em todos os sujeitos do pré para o pós-teste. A análise dos dados do grupo controle demonstrou haver um aumento significativo ( $z=-2,023$  e  $p<0,05$ ) no tempo de busca seletiva entre pré e pós-teste.

### 4.3 Atenção visual seletiva sem memória de trabalho

Na tabela 03 encontram-se expostos os dados encontrados no pré e pós-teste de atenção visual seletiva sem memória de trabalho para o G1.

Tabela 03: Valores médios de tempo gasto por cada sujeito do G1 para identificar a meta dirigida, bem como a média e desvio padrão do grupo durante a realização do pré e pós-teste B para a atenção visual seletiva de curta duração (CD) e longa duração (LD) sem memória de trabalho.

Sujeito n=8	CD - pré	CD - pós	LD - pré	LD - pós
1	15,00	6,00	15,34	9,43
2	40,00	12,00	16,25	9,11
3	30,00	24,00	14,67	13,86
4	30,00	30,00	15,03	12,43
5	20,00	40,00	11,77	12,62
6	17,14	12,00	12,74	11,86
7	20,00	17,14	13,83	12,32
8	24,00	6,67	11,84	15,50
<b>Média</b>	<b>24,52</b>	<b>18,48</b>	<b>13,93</b>	<b>12,14</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>8,33</b>	<b>12,00</b>	<b>1,67</b>	<b>2,11</b>

Os resultados do teste B para o grupo experimental apresentaram, para a atenção visual seletiva de curta duração, uma melhora de tempo de busca em seis sujeitos, um manteve o mesmo tempo e um aumentou o tempo de busca. A análise dos dados agrupados demonstra um decréscimo da média do tempo de busca do grupo no pós-teste, porém esse valor não foi estatisticamente significativo ( $Z=-1,352$  e  $p>0,05$ ).

Para a atenção seletiva de longa duração os dados demonstraram que seis sujeitos diminuíram o tempo de busca, enquanto dois aumentaram. Os dados grupados demonstraram uma diminuição na média do tempo de busca do grupo, porém esta diminuição não apresentou valores estatisticamente significativos ( $Z=-1,400$  e  $p>0,05$ ). A análise dos dados realizada para o teste B com a exclusão dos dois valores discrepantes (os valores do participante 5 para os valores CD e do participante 8 para os LD) demonstraram uma média 25,2 para CD-pré e de 15,4 para CD-pós e de 14,23 para LD-pré e 11,66 para LD-pós e levou-os a um  $p<0,05$  em ambos os teste de curta e longa duração sem memória de trabalho. Porém, mesmo assim o grupo experimental obteve desempenho inferior ao do grupo controle.

Na tabela 04 encontram-se expostos os resultados encontrados no pré e pós-teste de atenção visual seletiva com memória de trabalho para o G2.

Tabela 04: Valores de tempo gasto por cada sujeito do G2 para identificar a meta dirigida, bem como a média e desvio padrão do grupo durante a realização do pré e pós-teste B para a atenção visual seletiva de curta duração (CD) e longa duração(LD) sem memória de trabalho.

Sujeito	CD - pré	CD - pós	LD - pré	LD - pós
1	60,00	40,00	27,27	16,19
2	24,00	12,00	11,26	5,34
3	20,00	5,71	10,18	9,70
4	30,00	20,00	13,24	12,13
5	24,00	12,00	12,13	11,11
<b>Média</b>	<b>31,60*</b>	<b>17,94*</b>	<b>14,82*</b>	<b>10,89*</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>16,27</b>	<b>13,33</b>	<b>7,05</b>	<b>3,93</b>

\*P<0,05.

Os valores encontrados para o grupo controle no teste B para atenção visual seletiva de curta duração, apresentaram uma diminuição de tempo de busca em todos os sujeitos, assim, os dados agrupados apresentaram uma diminuição estatisticamente significativa dos valores ( $z=-2,032$  e  $p<0,05$ ).

Resultados semelhantes foram observados nos valores de atenção seletiva de longa duração, onde todos os sujeitos melhoraram seu tempo de busca, assim, os valores agrupados também apresentaram uma diminuição estatisticamente significativa ( $z=-2,023$  e  $p<0,05$ ).

A tabelas 05 e a figura 08, apresentam os valores médios das variáveis investigadas no estudo para o teste com e sem memória de trabalho nos dois grupos.

Tabela 05: Valores médios com seus respectivos desvios padrão, para pré e pós-teste de atenção visual seletiva com (MT) e sem memória de trabalho ( $\emptyset$ )

	Curta Duração		Longa Duração	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Experimental (MT)	18.79±8.6	13.29±4.11	8.85±1.78	6.78±1.02*
Controle (MT)	13.12±3.15	13.9±5.79	8.4±2.1	9.01±2.58*
Experimental ( $\emptyset$ )	24.52±8.33	18.48±12	13.93±1.67	12.14±2.11*
Controle ( $\emptyset$ )	31.6±16.27	17.94±13.33*	14.86±7.05	10.89±3.93*

\*P<0,05

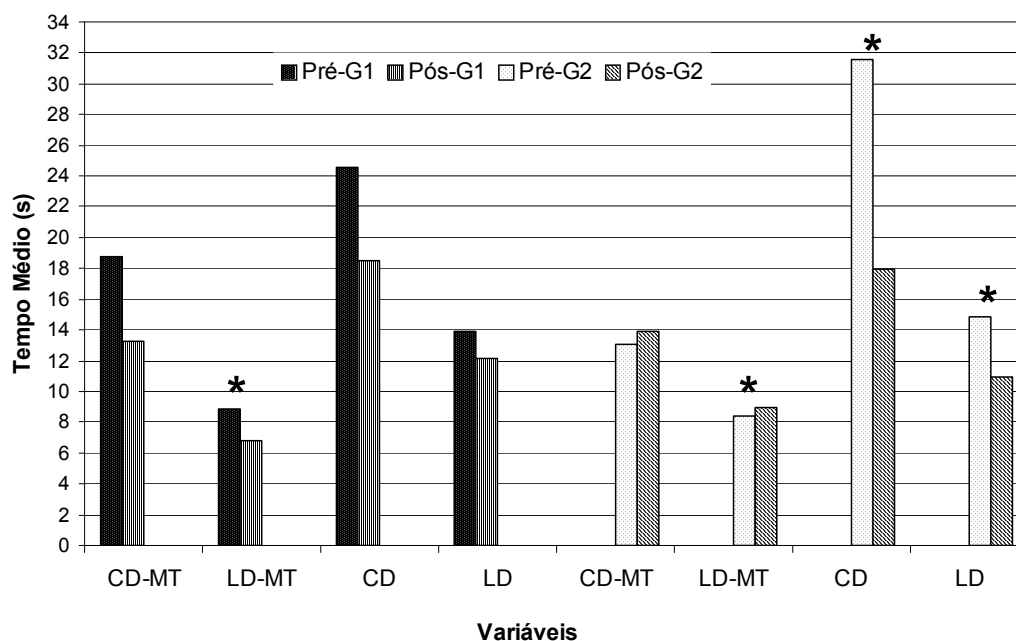


Figura 08: Valores médios do grupo experimental (G1) e controle (G2) no pré e pós-teste para os teste atenção visual seletiva de curta duração com (CD-MT) e sem (CD) memória de trabalho, e de atenção visual seletiva de longa duração com (LD-MT) e sem (LD) memória de trabalho. (\* $p < 0,05$ ).

#### 4.4 Relação entre atenção visual com e sem memória de trabalho

A análise de correlação dos valores obtidos nos pré e pós-testes com memória de trabalho versus sem memória de trabalho demonstraram mudança comportamental no grupo experimental, porém não no grupo controle. A figura 09 apresenta a relação existente entre os valores da atenção visual seletiva de curta duração no pré-teste com memória de trabalho em relação ao pré-teste sem memória de trabalho no grupo experimental.

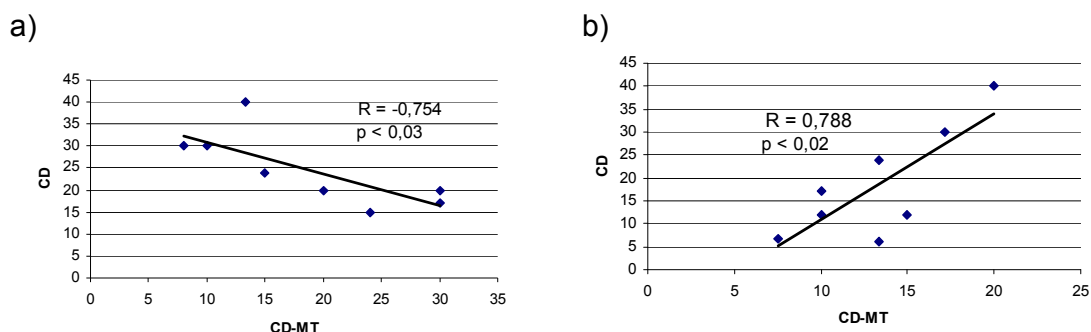


Figura 09: Relação entre os valores da atenção visual seletiva de curta duração do teste com memória de trabalho (CD-MT) versus teste sem memória de trabalho (CD) do grupo experimental: a) pré-teste e b) pós-teste.

A correlação entre os valores do grupo experimental do pré-teste de atenção visual seletiva de curta duração do teste CD-MT versus os valores do grupo experimental do pré-teste de atenção visual seletiva do teste CD, demonstram uma correlação negativa para um  $r = -0,754$  e com um  $p < 0,03$ . Esta correlação apresentou-se modificada, como se pode observar na figura 08, para o mesmo grupo na análise da correlação dos dados pós-teste, onde houve uma modificação do comportamento da reta com uma correlação positiva para um  $r = 0,788$  e com um  $p < 0,02$ .

Mudança semelhante foi observada na atenção visual seletiva de longa duração junto aos dados do grupo experimental. A figura 10 apresenta a correlação entre os valores do grupo experimental do pré-teste de atenção visual seletiva com memória de trabalho (LD-MT) versus os valores do grupo experimental do pré-teste de atenção visual seletiva sem memória de trabalho (LD), onde foi observado uma correlação negativa para um  $r = -0,813$  e com um  $p < 0,02$ . As correlações negativas, semelhantes com o que aconteceu com os resultados obtidos dos valores da atenção visual seletiva de curta duração, apresentaram-se positivos nos resultado dos dados de pós-teste ( $r = 0,777$  e  $p < 0,02$ ).

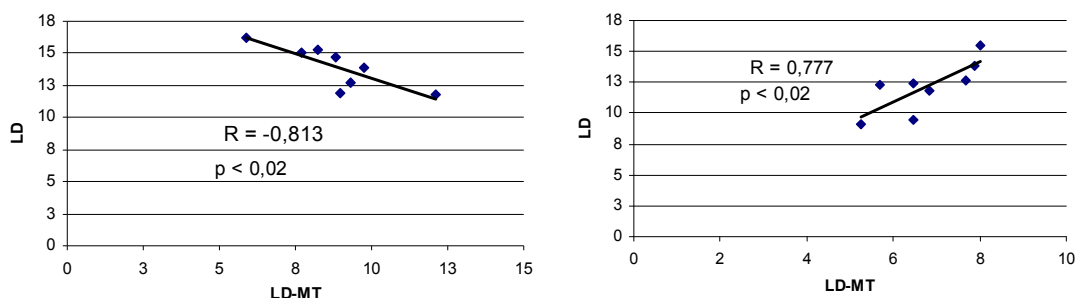


Figura 10: Relação entre os valores da atenção visual seletiva de longa duração do teste LD-MT versus LD do grupo experimental: a) pré-teste e b) pós-teste.

No entanto, os valores encontrados para o grupo controle não foram observados nenhum tipo de correlação significativa, e, também, não houve nenhuma mudança no comportamento da correlação do pré para o pós-teste. A figura 11 apresenta a relação existente entre os valores da atenção visual seletiva de curta duração do teste com memória de trabalho (CD-MT) versus teste sem memória de trabalho (CD) no grupo controle.

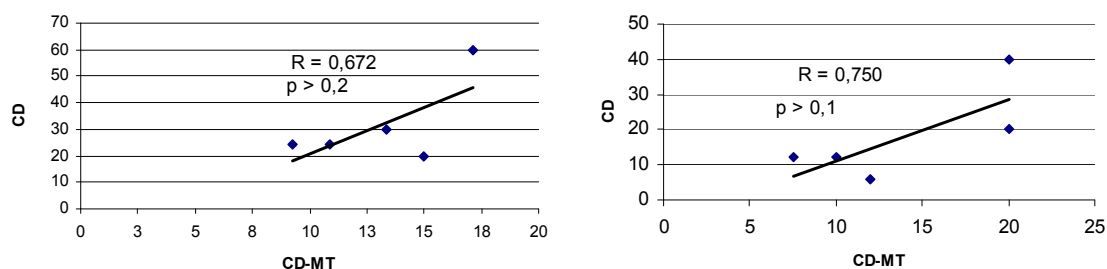


Figura 11: Relação entre os valores da atenção visual seletiva de curto prazo do teste com memória de trabalho (CD-MT) versus teste sem memória de trabalho (CD) do grupo controle: a) pré-teste e b) pós-teste.

Pode-se observar que o gráfico apresentado na figura 11 apresenta um comportamento da reta gerada pela correlação, muito semelhante entre o pré e o pós-teste entre os testes com e sem memória de trabalho, sendo confirmado pela análise de significância ( $p > 0,05$ ), a não existência de modificação significativa na troca de comportamento frente a atenção visual seletiva de curta duração.

Na figura 12 encontra-se a correlação encontrada entre os valores da atenção visual seletiva de longa duração entre o pré-teste com e sem memória do trabalho para o grupo controle.

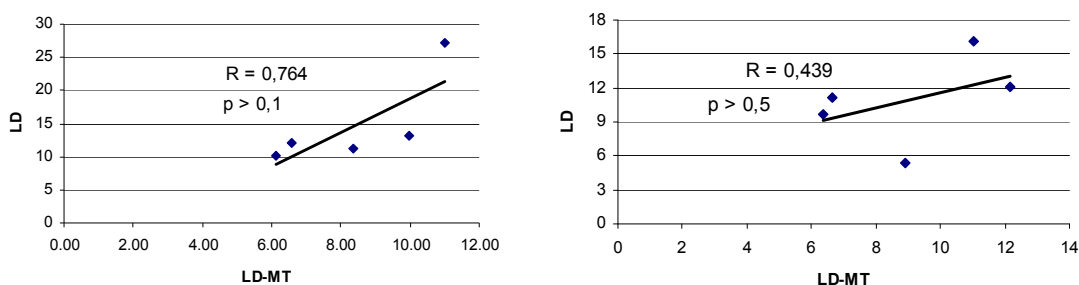


Figura 12: Relação entre os valores da atenção visual seletiva de longa duração do teste LD-MT versus LD do grupo controle: a) pré-teste e b) pós-teste.

Semelhante ao encontrado nos valores de curta duração para o grupo controle, não foi encontrada mudança significativa ( $p < 0,05$ ) no comportamento da reta de correlação do pós-teste.

Buscando observar as relações junto ao grupo controle, utilizaram-se os dados do pré-teste com todos os sujeitos, os quais tinham sido coletados anterior a perda da amostra, com o objetivo de observar o comportamento da curva com um “n” maior. Na figura 13 encontra-se a relação existente entre os valores da atenção visual seletiva de curta e longa duração no pré-teste com memória de trabalho versus com memória de trabalho no grupo controle com a presença de todos os sujeitos antes da perda da amostra.

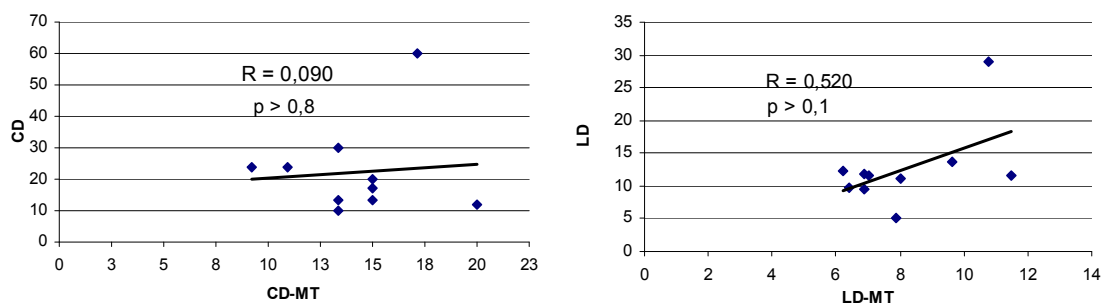


Figura 13: Relação entre os valores da atenção visual seletiva de curta duração do teste CD-MT versus teste CD (Fig. 13a), e a relação entre os valores da atenção visual seletiva de longa duração do teste LD-MT versus LD (Fig. 13b) do grupo controle com todos os sujeitos.

Os valores do grupo controle do pré-teste analisado com todos os sujeitos que iniciaram o estudo demonstrou que a perda dos sujeitos não provocou uma mudança diferenciada significativa na correlação entre os testes com e sem

memória de trabalho, onde a reta se manteve positiva e sem um valor significativo. Este fator vem reforçar a sustentação da análise dos dados quanto a não modificação do comportamento do grupo controle.



#### 4.5 Biofeedback

As variáveis da resposta galvânica da pele dizem respeito à capacidade dos sujeitos do grupo experimental em controlar o processo fisiológico de geração da resposta galvânica da pele e a ligação deste processo com a resposta cardíaca. A tabela 07 apresenta a fase do jogo que os sujeitos alcançaram em cada intervenção realizada no período de 10 minutos

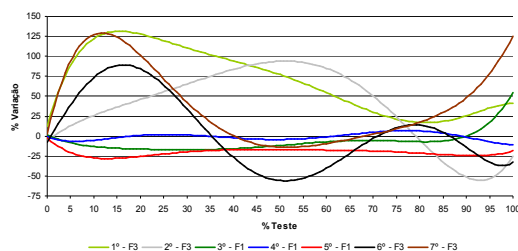
Tabela 06 – Fase do jogo Mental *Game* alcançada por cada um dos oito participantes do grupo experimental durante a intervenção.

Intervenção	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
1º	3	3	1	2	3	1	2	2
2º	3	1	1	3	3	1	4	3
3º	1	1	4	1	1	1	4	3
4º	1	1	4	3	4	3	1	2
5º	1	Fim	4	2	1	3	4	4
6º	3	3	3	3	3	2	3	4
7º	3	3	3	1	3	3	3	4

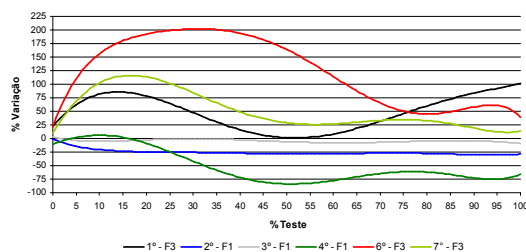
Observou-se que os sujeitos adquiriram um controle rápido sobre o processo de controle sobre a resposta galvânica da pele, porém houve uma perda de controle nas fases intermediárias onde os sujeitos buscaram outras táticas para superarem as fases mais avançadas do jogo, as quais requeriam um controle não apenas na redução do estímulo, mas também na ativação deste.

A figura 14 de 1 a 8, demonstram o comportamento de cada indivíduo do percentual de ativação ou redução da resposta galvânica da pele, realizada através da média das respostas coletadas durante um período de 30 s durante o tempo total de teste, sendo que cada 30 s correspondeu a um percentual de 5% do teste. O ponto “0” foi estabelecido pela média das RGP adquiridas durante um intervalo de tempo de 30 s durante o período de repouso. A escala positiva enumera o aumento do relaxamento (diminuição da resposta galvânica da pele) e a negativa enumera a diminuição do relaxamento (aumento da resposta galvânica da pele) sendo o ponto “0” o valor da resposta galvânica da pele basal. Algumas variáveis da resposta galvânica da pele foram perdidas, devido os sujeitos tirarem os sensores antes do avaliador arquivar os dados, uma limitação do equipamento, que não reconhecia como válido os dados recebidos.

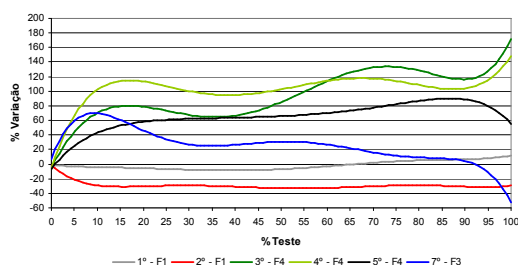
A figura 15 de 1 a 8, demonstram o comportamento do percentual de aumento ou redução da velocidade do estímulo cardíaco, realizado através da média das respostas coletadas durante um período de 30 s durante o tempo total de teste, sendo que cada 30 s corresponde a um percentual de 5% do teste. O ponto “0” foi estabelecido pela média das frequências cardíacas adquiridas durante um intervalo de tempo de 30 s durante o período de repouso. A escala positiva inúmera o aumento da velocidade do estímulo cardíaco e a negativa pela diminuição da velocidade do estímulo cardíaco.



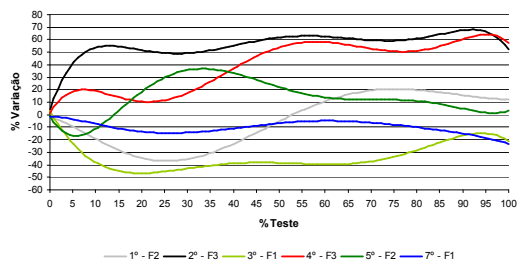
14-1



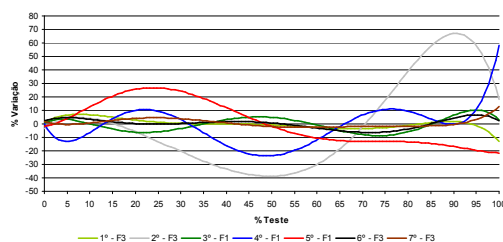
14-2



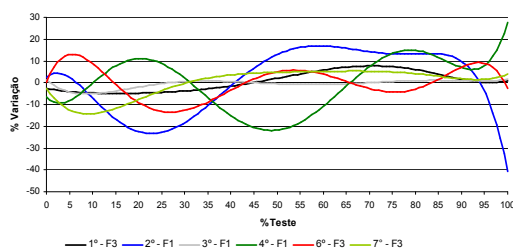
14-3



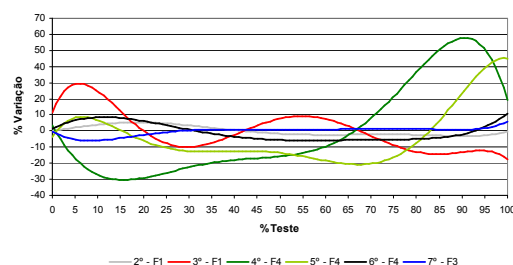
14-4



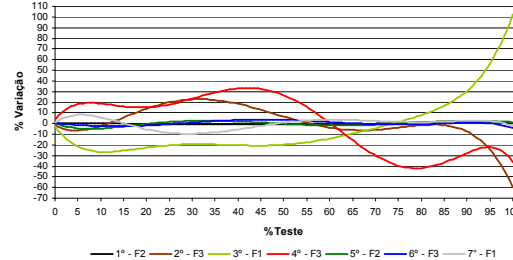
15-1



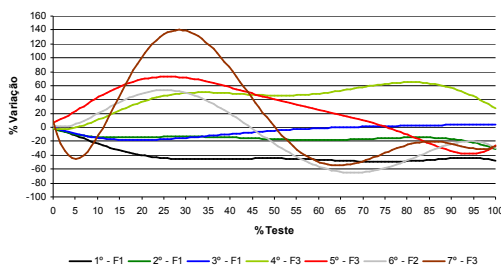
15-2



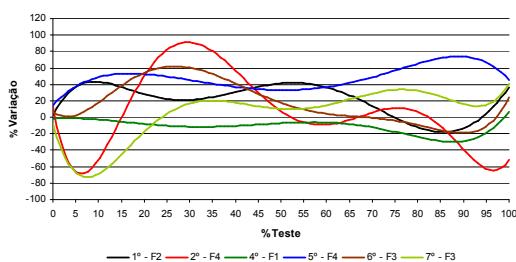
15-3



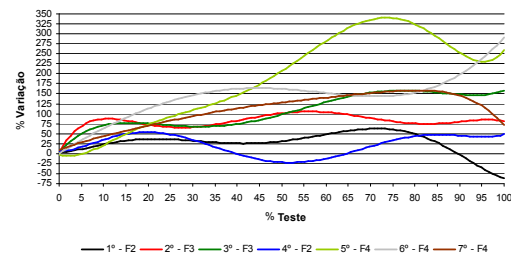
15-4



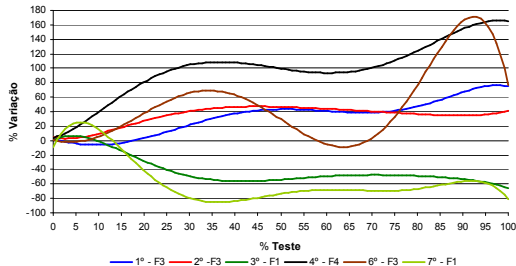
14-5



14-6

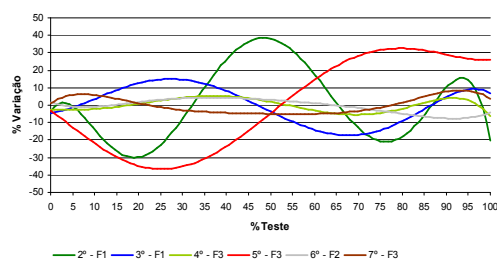


14-7

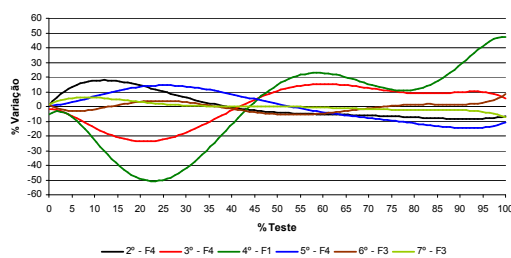


14-8

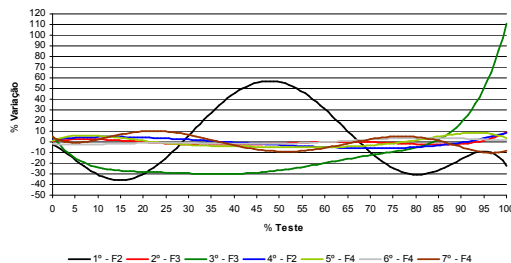
Figura 14 – Percentual de variabilidade da resposta galvânica da pele durante as intervenções: por ordem numérica dos respectivos sujeitos 1 a 8. A fase atingida em cada intervenção está demonstrada pela sigla F mais o número da fase a sua direita.



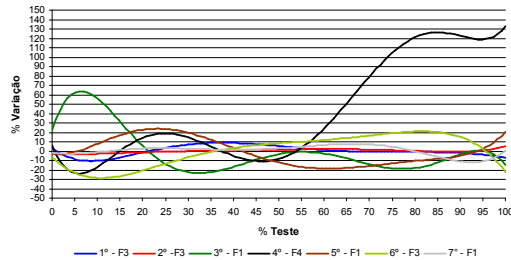
15-5



15-6



15-7



15-8

Figura 15 - Percentual de variabilidade da velocidade do estímulo cardíaco durante as intervenções: por ordem numérica dos respectivos sujeitos 1 a 8. A fase atingida em cada intervenção está demonstrada pela sigla F mais o número da fase a sua direita.

Através da figura 14 (1 a 8), pode-se observar que a resposta galvânica da pele seguiu um comportamento ondulatório nas intervenções onde os sujeitos conseguiram alcançar uma fase mais avançada do *game*. Nas duas primeiras fases que exigia um aumento de relaxamento (um decréscimo na resposta galvânica da pele), os sujeitos apresentaram maior facilidade de completá-las, e o

número de fases atingido correlacionou ( $p < 0,05$ ) com o número de picos positivos observados na curva apresentada na figura 14.

A velocidade do estímulo cardíaco, como pode ser observada na figura 15 (1 a 8), não apresentou uma tendência de comportamento durante as diversas intervenções, nem mesmo quando os sujeitos atingiram as fases mais avançadas do *game*. Não foi encontrada nenhuma correlação estatisticamente significativa entre os valores da resposta galvânica da pele e velocidade do estímulo cardíaco, bem como uma relação entre a onda oscilatória da curva da velocidade do estímulo cardíaco e o número de fase alcançado.

## CAPÍTULO V

### 5 DISCUSSÃO

#### 5.1 Resposta Galvânica da Pele e Estímulo Cardíaco

A atenção tem sido assunto de diversos trabalhos de pesquisas nas mais diversificadas áreas e, segundo a literatura atual, o processo de atenção e de consciência são os grandes problemas da mente humana a serem desvendados nos próximos anos. No presente trabalho investigou-se a influência da técnica de biofeedback na atenção visual seletiva de jogadores juvenis de futebol de campo.

O comportamento ondulatório da curva na RGP produzida pela ação de processo neural demonstrou que a superação das fases do jogo relaciona-se com a capacidade do sujeito realizar controle voluntário sobre os estímulos neurais responsáveis pela produção do processo galvânico da pele. Estes resultados da capacidade de controle dos processos autônomos do corpo humano estão de acordo com os apresentados por Moleiro & Cid (2001), junto ao controle do estímulo autônomo cardíaco através de treinamento de biofeedback, bem como, com os resultados de Johnson et al. (2002), sobre a capacidade de controle da postura corporal pelo treinamento de biofeedback e de Critchley & col. (2000), quanto a influência de áreas corticais, responsáveis pelo controle voluntário, na geração e controle de estímulos junto a resposta galvânica da pele.

A capacidade de mudança da RGP observada nos sujeitos estudados pode ser explicada pelo domínio de controle voluntário exercido pelo córtex frontal sobre esta resposta. Este fator foi apresentado primeiramente por Bechara et al. (1999) e confirmados por Critchley & col. (2000), onde demonstrou que a região

do córtex frontal responde instantes antes da geração do estímulo da RGP, juntamente com outros centros cerebrais de ordem inferior e superior. Segundo os autores, o córtex frontal seria o responsável pela realização do refinamento dos estímulos emocionais e fisiológicos, bem como desempenhar a função de memória de trabalho e tomada de decisão, fatores que seriam decisivos na capacidade de controle da RPG. Desta forma, a mudança no comportamento da RGP produzida pelos sujeitos com objetivo de atingir a meta do jogo, foi provocada pelo aumento de controle voluntário produzido pelo córtex frontal através de controle de estímulos emocionais e maior manutenção da memória de trabalho na meta dirigida e nas ações a serem realizadas.

Estes pontos acima mencionados são demonstrados por Bechara (2000), quanto ao córtex frontal ser o principal responsável pelas ações *top-down* nas respostas somatomotoras e também pelo estudo realizado por Dan & Lisman (2003), os quais demonstraram que a ação do córtex frontal está diretamente relacionada ao controle *top-down* sobre as ações dos outros sistemas neurais. Assim, os dados encontrados frente a RGP no presente estudo refletem na mudança de comportamento cognitivo de ordem *bottom-up* para um de ordem mais saliente de origem *top-down*.

Quanto à resposta do estímulo cardíaco, a não observação de um comportamento estável, bem como a não relação com o comportamento da RGP durante a realização da intervenção pode estar relacionado a esse comportamento estar sob comando de outro(s) centro(s) de controle, ou o período de intervenção não ter apresentado o tempo suficiente para desencadear uma adaptação de relação entre os dois sistemas.

## 5.2 Atenção Visual Seletiva

Quanto aos resultados encontrados com os dois testes de atenção visual seletiva, as diferenças significativas obtidas por ambos os grupos (no grupo experimental junto ao teste com memória de trabalho e no grupo controle junto ao teste sem memória de trabalho) podem ser sustentadas inicialmente pelos resultados dos trabalhos realizados por Biernaskie & Corbett (2001), Djupsund et al. (2002), Graybiel (2004) e Dan & Poo (2004), quanto a capacidade do sistema neural em realizar plasticidade. Segundo os autores, o sistema neural apresenta uma constante capacidade de modificação de ordem neural e de conexões neurais, produzidas pelos estímulos vindo do ambiente ou de processos induzidos artificialmente, e seriam essas modificações as responsáveis pela nossa aprendizagem, memória e comportamento.

Desta forma, as diferenças encontradas no grupo experimental, mas não no grupo controle, na atenção visual seletiva de longa duração entre o pré e pós-teste A (com memória de trabalho), pode ser explicada pelo fortalecimento do sistema neural do córtex frontal, responsável pela memória de trabalho visual, pelo controle de estímulos emocionais e pela tomada de decisão de origem *top-down*. O envolvimento do córtex frontal no controle de ação da RGP foi bem documentado pelo trabalho de Critchley et al. (2000), onde observaram um forte acionamento do córtex frontal precedendo ao estímulo de RGP e por Bechara (1999), Bechara (2000), Dan & Lisman (2003) e Praamstra et al. (2005), que observaram que o córtex frontal é responsável pelo processo de *top-down*, o qual produz controle voluntário sobre diversas áreas cerebrais e como concluiu Li et. al., (2004) em seu estudo sobre percepção visual, o sistema *top-down* influencia diretamente o sistema visual primário através de fortalecimento de estímulos previamente escolhidos.

A não observação de mudança significativa na atenção visual seletiva de curta duração pode estar relacionada com a capacidade de troca de atenção, onde alguns sujeitos do grupo experimental poderiam necessitar de mais tempo para a adaptação do sistema responsável por esse processo, sendo assim, uma

característica de individualidade biológica de cada sujeito para adaptação do processo neural exigido.

Já os resultados encontrados junto ao teste B (sem memória de atenção) demonstraram mudanças significativas apenas no grupo controle, mudanças estas que podem estar relacionadas às exigências provocadas pelas atividades realizadas pelo treinamento específico do futebol, uma vez que os pré-testes foram realizados no final da fase básica e início da fase específica de treinamento e a intervenção e pós-testes realizados após a participação de treinamento da fase específica e jogos de competições oficiais. Assim, acredita-se que a melhora foi provocada por um aumento: a) na capacidade da captação de estímulo via zona periférica do olho (hipertrofia celular e sináptica, e fortalecimento das redes envolvidas); b) na estrutura do núcleo geniculado lateral do tálamo; c) no mapa retinotópico no colículo superior; d) no córtex visual e parietal; e e) na resposta motora do olho (movimento sacádico de busca).

Essa hipótese está de acordo com os resultados apresentados por: a) Serences et al, (2004) quanto a um aumento da ativação antecipada do sistema neural retinotópico na busca visual seletiva espacial; b) com os resultados de Casey et al., (2000), quanto à diferenciação de acionamento do núcleo geniculado lateral dependendo da atenção visual seletiva; c) as observações encontradas por Delorme et al., (2004) quanto à antecipação de acionamento do córtex parietal na geração da atenção visual seletiva de busca; d) com os achados de Driver & Mattingley (1998) no que diz respeito a importância do córtex parietal na atenção visual seletiva; e e) com os resultados de Freeman, Sagi & Driver (2001), que demonstram a importância da visão periférica na busca e percepção de estímulos no campo visual.

Os dados do presente estudo também estão de acordo com os resultados apresentados por: a) Saenz, Buracas & Boynton (2002), quanto a busca global realizada principalmente pela visão periférica como fator decisivo para o fortalecimento e direcionamento da atenção para o local da ação; b) com os estudos de Ross & Ma-Wyatt (2004) os quais demonstraram que o movimento sacádico além de aumentar a percepção visual é necessária para a continuidade da percepção e elevar a força do estímulo sobre a ação da atenção; e c) de Astafiev et al., (2004), que apresentaram a busca visual seletiva sendo produto de uma rede de áreas neurais contidas no córtex occipital, temporal, células



aferentes do olho e sistema motor responsável pelo movimento do olho e que apresentam adaptação conforme sua exigência frente ao ambiente.

Desta forma, acredita-se que as modificações ocorridas nos resultados encontrados junto ao teste B no grupo controle estejam relacionadas a um fortalecimento da rede neural *bottom-up* de acordo com os trabalhos acima mencionados. Esta hipótese encontra apoio ainda nos resultados de Dan & Lisman (2003), quanto ao sistema visual estar organizado hierarquicamente e formado por duas grandes vias principais de processamento de informações, uma de origem *top-down* e a outra *bottom-up*.

No que diz respeito à capacidade de modificação do sistema neural frente as exigências do exercício físico, os dados do grupo controle no teste B encontram sustentação nos trabalhos de Praag, Kempermann & Gage, (1999), junto ao processo de proliferação e neurogênese neural em ratos submetidos ao exercício físico, bem como os resultados com humanos apresentados por Mikheev et al., (2002), onde observaram modificações no domínio de hemisférios cerebrais em judocas com longo período de prática, e os de Rodrigues, Vickers, & Williams (2002), que também observaram mudanças nas capacidades visuais e cognitivas em mesas tenistas com longo período de prática.

Apesar dos estudos terem demonstrado que estas modificações cognitivas terem ocorrido apenas em atletas com longo período de prática do esporte, acredita-se que diferenças existam em um curto período de tempo, porém os autores não analisaram os sujeitos com curto tempo de prática em relação a sujeitos não praticantes.

A falta de diferenças significativas no grupo experimental junto ao teste B pode estar relacionado a não melhora de dois sujeitos deste grupo (um deles no de curta duração e outro no de longa duração), os quais neutralizaram a significância do teste estatístico. Essa observação pode ser explicada por: 1) individualidade biológica dos sujeitos os quais poderiam precisar de maior tempo de adaptação; ou 2) no período de realização do pós-teste algum tipo de fator interno ou externo ter prejudicado seu desempenho. Porém, mesmo com os dados ajustados sem a presença dos valores discrepantes destes sujeitos, os valores apresentaram com uma margem de melhora inferior em relação ao grupo controle.

Os dados, no que diz respeito a relação dos sujeitos entre o teste A versus o teste B (figuras 09 a 13), demonstram que o grupo experimental apresentou uma mudança estatisticamente significativa nas relações entre teste A versus teste B do pré para o pós-teste, o mesmo não observado no grupo controle. As mudanças observadas dizem respeito à relação na qual a maioria dos sujeitos que foram hábeis em detectar a tarefa no teste A também foi no teste B após a intervenção, fato esse que não ocorreu no grupo controle.

Esses resultados sugerem que a intervenção provocou uma mudança no domínio de atenção visual seletiva no grupo experimental de origem *top-down*, e sugere-se que devido ao curto espaço de tempo, esses efeitos não apresentaram um acréscimo semelhante aos provocados pela rede *bottom-up* no grupo controle no que diz respeito ao teste B. A não observação de melhora no teste B pelo G1 pode ser pela demora na assimilação do processo *top-down* junto a atenção visual seletiva, fator esse que foi demonstrado por Suna & Zhangb (2004) quanto ao tempo de aprendizagem mais longo necessário por esse sistema quando comparado ao *bottom-up*, o qual apresenta uma plasticidade mais rápida. E também pelas informações apresentadas pelos estudos de Delorme & col. (2004) e Suna & Zhangb (2004), quanto a presença das bases neurais de origem *top-down* estarem relacionadas com modificação cognitivo-comportamental.

## 6 CONCLUSÃO

O presente estudo chegou a seguinte conclusão:

a) O treinamento de biofeedback é capaz de provocar modificações no sistema de atenção visual seletiva;

b) As modificações aconteceram com maior intensidade na atenção visual seletiva com a utilização de memória de trabalho, o que leva a crer uma maior participação e plasticidade do sistema *top-down* de controle da atenção visual seletiva;

c) O treinamento de biofeedback foi capaz de provocar uma mudança na relação do comportamento entre atenção visual seletiva com versus sem memória de trabalho, demonstrando uma transformação no comportamento de ação da atenção, possivelmente por um aumento de controle do sistema *top-down*, equilibrando, assim, a ação do sistema *bottom-up* provocado pela exigência do esporte;

d) A resposta galvânica da pele se comporta de forma relacional ao nível de estágios atingidos no jogo;

e) A resposta de velocidade do estímulo cardíaco dos sujeitos não apresentou relação com o nível de estágio no jogo, nem com a resposta galvânica da pele.

E, apesar do presente estudo não ter objetivado investigar o efeito do treinamento físico e do jogo de futebol sobre a atenção visual seletiva, com os dados apresentados, pode-se levantar a hipótese que a complexidade do treinamento e dos jogos de futebol realizado pelo grupo controle foram capazes de aprimorar a atenção visual seletiva sem memória de trabalho. Sugere, assim, que o treinamento e os jogos contribuem no desenvolvimento de habilidades cognitivas via o sistema *bottom-up*.

Os resultados da análise geral dos dados demonstram claramente uma modificação e diferenciação no comportamento da atenção visual seletiva entre o grupo experimental e controle. Estas diferenças encontram apoio na literatura científica, onde o grupo experimental provavelmente obteve uma mudança no

controle da atenção visual seletiva através de modificação na rede neural *top-down*, isto é, prováveis modificações em suas estruturas e funções envolvidas no controle emocional, memória de trabalho e tomada de decisão, e também de ordem *bottom-up* tais como mudanças de ordem de receptores do estímulo visual, respostas motoras e mapas retinotópico nas diversas áreas responsáveis pela visão. Com respostas diferentes do grupo experimental, o grupo controle apresentou melhoras apenas de ordem *bottom-up*, o que o tornou mais eficaz no teste sem memória de trabalho, e uma discreta diminuição, não significativa, no teste com memória de trabalho.

Esses resultados do grupo controle levantam a hipótese que o fortalecimento da rede *bottom-up* pode prejudicar o processo de tomada de decisão e memória de trabalho, porém a presente hipótese deve ser testada com maior número de sujeitos antes de se considerá-la viável.

Dessa forma, concluiu-se que é possível provocar mudanças cognitivas comportamentais, no que se refere à atenção visual seletiva, em atletas juvenis de futebol de campo através de treinamento com biofeedback. E com os resultados alcançados demonstrar-se a possibilidade de implantação de novos métodos de treinamento junto ao futebol de campo, visando uma diminuição no tempo de aprimoramento do atleta e uma melhora na qualidade cognitiva desse atleta frente às exigências esportivas e sociais. Além de apresentar a importância do treinamento cognitivo junto aos atletas de alto rendimento, bem como a essência dos estudos científicos da neurociência para a evolução da ciência do esporte e concretizar assim a nova área dessa ciência que é a neurociência do esporte e exercício.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abes, L. O. (2004). **Diferença entre o foco de atenção interno e externo, frequência cardíaca e desempenho no primeiro saque de tênis em jogadores iniciantes, intermediários e avançados.** Dissertação Mestrado: Programa de Pós-graduação em Psicologia, CFH-UFSC.

Adolphs, R. (2004). **Emotional vision.** Nature Neuroscience, 7 (11): 1167-1168.

Araujo, S. F. (1999). **Mentes e máquinas, ou o que tem a inteligência artificial a nos dizer a respeito dos fundamentos da psicologia?** Psicologia USP, 10 (2): 241-250.

Astafiev, S. V., Stanley, C. M., Shulman, G. L. & Corbetta, M. (2004). **Extrastriate body area in human occipital cortex responds to the performance of motor actions.** Nature Neuroscience, 7 (5): 542-548.

Bechara, A. , Damasio, H. & Damasio, A. R. (2000). **Emotion, decision making and the orbitofrontal cortex.** Cerebral Cortex, 10: 295-307.

Bechara, A., Damasio, H., Damasio, A. R. & Lee, G. P. (1999). **Different contributions of the human amygdala and ventromedial prefrontal cortex to decision-making.** The Journal of Neuroscience, 19 (13): 5473-5481.

Bechara, A., Damasio, H., Damasio, A. R. & Lee, G. P. (1999). **Different contributions of the human amygdala and ventromedial prefrontal cortex to decision-making.** Journal Neuroscience, 19: 5473-5481.

Biernaskie, J. & Corbett, D. (2001). **Enriched rehabilitative training promotes improved forelimb motor function and enhanced dendritic growth after focal ischemic injury.** The Journal of Neuroscience, 21 (14): 5272-5280.

Birbaumer, N. & Flor, H. (1999). **Applied psychophysiological regulation.** *Applied Psychophysiological and Feedback*, 24 (1): 1-3.

Boyden, E. S., Katoh, A. & Raymond, J. L. (2004). **Cerebellum-dependent learning: the role of multiple plasticity mechanisms.** *Annual Review Neuroscience*, 27: 581-609.

Caird, S., McKenzie, A. & Sleivert, G. (1999). **Biofeedback and relaxation techniques improve running economy in sub-elite long distance runners.** *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(5):717-722.

Casey, B. J., Thomas, K. M., Welsh, T. F., Badgaiyang, R. D., Eccard, C. H., Jennings, J. R. & Crone, E. A. (2000). **Dissociation of response conflict, attentional selection, and expectancy with functional magnetic resonance imaging.** *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97 (15): 8728-8733.

Critchley, H. D., Elliott, R., Mathias, C. J. & Dolan, R. J. (2000). **Neural activity relating to generation and representation of galvanic skin conductance response : a functional magnetic resonance imaging study.** *The Journal of Neuroscience*, 20 (8): 3033-3040.

Dan, G. & Lisman, J. (2003). **Cognition by top-down and bottom-up processing in cortex: o control of selective attention.** *Neurophysiology*, 90: 798-810.

Dan, Y. & Poo, M. (2004). **Spike timing-dependent plasticity of neural circuits.** *Neuron*, 44: 23-30.

Derlome, A., Rousselet, G. A., Mace, M. J. M. & Fabre-Thorpe, M. (2004). **Interaction of top-down and bottom-up processing in fast visual analysis of natural scenes.** *Cognitive Brain Research*, 19: 103-113.

Dolan, R. J. (2002). **Emotion, cognition and behavior.** *Science*, 298: 1191-1194.

Driver, J. & Mattingley, J. B. (1998). **Parietal neglect and visual awareness.** Nature Neuroscience, 1 (1): 17-22.

Farah, M. J., Illes, J., Cook-Deegan, R., Gardner, H., Kandel, E., King, P. Parens, E., Sahakian, B. & Wolpe, P. R. (2004). **Science and society: neurocognitive enhancement: what can we do and what should we do?** Nature Neuroscience Reviews, 5: 421-426.

Faw, B. (2003). **Prefrontal executive committee for perception, working memory, attention, long-term memory, motor control, and thinking: a tutorial review.** Consciousness and Cognition, 12: 83-139.

Fockert, J. W., Rees, G., Frith, C. D. & Lavie, N. (2001). **The role of working memory in visual selective attention.** Science, 291 (2): 1803-1806.

Freeman, E., Sagi, D. & Driver, J. (2001). **Lateral interactions between targets and flankers in low-level vision depend on attention to the flankers.** Nature Neuroscience, 4 (10): 1032-1036.

Goldberg, E., Harner, R., Lovell, M., Podell, K. & Riggio, S. (1994). **Cognitive bias, functional cortical geometry and the frontal lobes: laterality, sex and handedness.** Journal Cognitive Neuroscience, 6 (3): 276-296.

Gould, D. & Weinberg, R. S. (2001). **Fundamentos da psicologia do esporte e do exercício.** Trad. Monteiro, M. C., 2. ed. Porto Alegre: Artmed.

Graybiel, A. M. (2004). **Network-level neuroplasticity in cortico-basal ganglia pathways.** Parkinsonism and Related Disorders, 10: 293-296.

Gruber, O. & Goschke, T. (2004). **Executive control emerging from dynamic interactions between brain systems mediating language, working memory and attentional processes.** Acta Psychologica, 115: 105-121.

Guia, N., Ferreira, N. & Peixoto, C. (2004). **A eficácia do processo ofensivo em futebol: o incremento do rendimento técnico.** Lecturas educacion fisica y deportes (Buenos Aires), Revista Digital (<http://www.efdeportes.com>), 10 (69).

Han, S., Jiang, Y., Gu, H., Rao, H., Mao, L., Cui, Y. & Zhai, R. (2004). **The role of human parietal cortex in attention networks.** Brain, 127(3): 650-659.

Harris, D. V. & Harris, B. L. (1984). **The athlete's guide to sport psychology: mental skills for physical people.** New York: Leisure Press.

Johnson, J. T., Johnson, B. F., Doyle, J. A., Higbie, E. J., Moore, G. E. & Tis, L. L. (2002). **The effects of a biofeedback device on lifting posture: a biomechanical assessment.** Medicine Science in Sports Exercíce, 34 (5): Supplement 1: S215.

Knight, R. T., Staines, R., Swick, D. & Chao, L. L. (1999). **Prefrontal cortex regulates inhibition and excitation in distributed neural networks.** Act Psychologica, 101: 159-178.

Leal, J. C. (2002). **Futebol: arte e ofício.** Rio de Janeiro, Sprint.

LeDoux, J. (1995). **Emotion: clues from the brain.** Annual Review of Psychology, 46: 209-235.

LeDoux, J. (1998). **O cérebro emocional: os misteriosos alicerces da vida emocional.** Trad. Santos, T. B., 2 ed., Rio de Janeiro: Objetiva.

Li, W., Piëch, V. & Gilbert, C. D. (2004). **Perceptual learning and top-down influences in primary cortex visual.** Nature Neuroscience, 7 (6): 651-657.

Mechelli, A., Price, C. J., Friston, K. J. & Ishai, A. (2004). **Where bottom-up meets top-down: neural interactions during perception and imagery.** Cerebral Cortex, 14: 1256-1265.



- Mesulam, M. M. (1998). **From sensation to cognition**. Brain, 121: 1013-1052.
- Mikheev, M., Mohor, C., Afanasiev, S., Landis, T. & Thug, G. (2002). **Motor control and cerebral hemispheric specialization in highly qualified Judo wrestlers**. Neuropsychology, 40: 1209-1219.
- Moleiro, M.Á. & Cid F.V. (2001). **Effects of Biofeedback Training on Voluntary Heart Rate Control During Dynamic Exercise**. Applied Psychophysiology and Biofeedback, 26 (4): 279-292.
- Moore, E., Laiti, L. & Chelazzi, L. (2003). **Associative knowledge controls deployment of visual selective attention**. Nature Neuroscience, 6 (2): 182-189.
- Morris, J. S., Friston, K. J., Büchel, C., Frith, C. D., Young, A. W. & Calder, A. J., et al. (1998). **A neuromodulatory role for the human amygdala in processing emotional facial expressions**. Brain, 121: 47-57.
- Nakamura, H., Kobayashi, S., Ohashi, Y. & Ando, S. (1999). **Age changes of brain synapses and synaptic plasticity in response to an enriched environment**. Journal Neuroscience Research, 56: 307-315.
- Pessoa, L., McKenna, M., Gutierrez, E. & Ungerleider, L. G. (2002). **Neural processing of emotional faces requires attention**. Proceedings of the National Academy of Sciences, 99: 11458-11463.
- Pop-Jordanova N. (2000). **Psychological characteristics and biofeedback mitigation in preadolescents with eating disorders**. Pediatrics International, 42:76-81.
- Praag, H., Christie, B. R., Sejnowski, T. J. & Gage, F. H. (1999). **Running enhances neurogenesis, learning and long-term potentiation in mice**. Proceedings of the National Academy of Sciences, 96: 13427-13431.

Praag, V., Kempermann, H. & Gage, F. H. (1999). **Running increases cell proliferation and neurogenesis in the adult mouse dentate gyrus.** *Nature Neuroscience*, 2: 266-270.

Praamstra, P., Boutsen, L. & Humphreys, G. W. (2005). **Frontoparietal control of spatial attention and motor intention in EEG.** *Journal Neurophysiology*, 94: 764–774.

Rema, V. & Ebner, F. F. (1999). **Effect environment rearing on impairments in cortical excitability and plasticity after prenatal alcohol exposure.** *Journal Neuroscience*, 19: 10993-11006.

Rodrigues, S. T., Vickers, J. N. & Williams, A. M. (2002). **Head, eye and arm coordination in Table Tennis.** *Journal of Sports Sciences*, 20: 187-200.

Ross, J. & Ma-Wayatt, A. (2004). **Saccades actively maintain perceptual continuity.** *Nature Neuroscience*, 7 (1): 65-69.

Saenz, M., Buracas, G. T. & Boynton, G. M. (2002). **Global effects of feature-based attention in human visual cortex.** *Nature Neurocience*, 5 (7): 631-632.

Schwartz, M. S. And Associates (1995). **Biofeedback: A practitioner's guide.**

Schweitzer, J. B., Faber, T. L., Grafton, S. T., Tune, L. E., Hoffman, J. M. & Kilts, C. D. (2000). **Alterations in the functional anatomy of working memory in adult attention deficit hyperactivity disorder.** *The American Journal of Psychiatry*, 157: 278-280.

Serences, J. T., Yantis, S., Culberson, A. & Awh, E. (2004). **Preparatory activity in visual cortex indexes distractor suppression during covert spatial orienting.** *Journal Neurophysiology*, 92: 3538-3545.

Suna, R. & Zhangb, X. (2004). **Top-down versus bottom-up learning in cognitive skill acquisition.** *Cognitive Systems Research*, 5: 63-89.

Thomas, J. T. & Nelson, J. K. (1996). **Métodos de pesquisa em atividade física.** Trad. Petersen, R., 3 ed., Porto Alegre: Artmed.

Underleider, L. G., Courtney, S. M. & Haxby, J. V. (1998). **A neural system for human visual working memory.** Proceedings of the National Academy of Sciences, 95: 883-890.

Violani, C. & Lombardo, C. (2003). **Peripheral temperature changes during rest and gender differences in thermal biofeedback.** Journal of Psychosomatic Research, 54(4):391-397.

Weineck, E. J. (2000). **Futebol total: o treinamento físico no futebol.** São Paulo, Phorte.

Woodson, J. C., Macintosh, D., Fleshner, M. & Diamond, D. M. (2003). **Emotion-induced amnesia in rat: working memory-specific impairment, corticosterone-memory correlation, and fear versus arousal effects on memory.** Learning & Memory, 10: 326-336.

## **ANEXOS**

ANEXO 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PELOS SUJEITOS  
DA PESQUISA









ANEXO 2 – TERMO DE CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PELA  
APLICAÇÃO DOS TESTES E INTERVENÇÕES